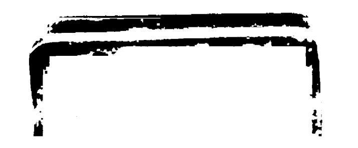

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
3 2106 02070 6690
Google




LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
SANTA CRUZ





Das Weltall



Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

Dr. F. S. Archenhold,

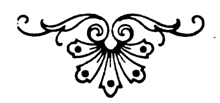
Direktor der Treptow-Sternwarte

„Das Wissen ist ein Quell,
der unversiegbar quillt,
den nie der Durst erschöpft,
und der den Durst nie stillt!"
(Rückert.)

14. Jahrgang

Oktober 1913 bis September 1914

Mit 10 Beilagen und 93 Abbildungen



Verlag der Treptow-Sternwarte
Berlin - Treptow

EMIL DREYER'S BUCHDRUCKEREI, BERLIN SW.



Mitarbeiter.

(Die Klammer bei der Seitenzahl zeigt an, daß der Artikel vom Verfasser nicht unterschrieben ist.)

Verzeichnis der Abbildungen.

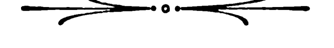
Verzeichnis der Beilagen.

Inhaltsverzeichnis.

Der gestirnte Himmel.

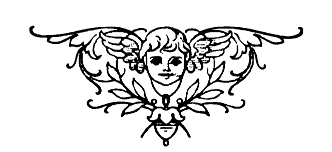
Kleine Mitteilungen.

Bücherschau.





Sach- und Namenregister.



INHALT

Astronomie und Relativitätstheorie

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. M. B. Weinstein

Da die Leser dieser Zeitschrift sich wesentlich für Astronomie interessieren, will ich, was über das Relativitätsprinzip zu sagen ist, möglichst astronomischen Verhältnissen und Fragen anpassen, doch entstammt dieses Prinzip physikalischen Kreisen, zu denen s ch später Mathematiker gesellt haben. Bekannt ist Bradleys Entdeckung der Aberration, vermöge deren die Gestirne im Laufe eines Jahres ihre scheinbare Stellung am Himmel stetig ändern, sodaß sie insgesamt eine Kurve beschreiben, die einer Ellipse ähnlich sieht. Das ist die jährliche Aberration. Entsprechend gibt es eine tägliche Aberration, die aber sehr gering ist. Und noch allgemeiner als diese und die jährliche ist eine säkulare Aberration vorhanden, deren Periode Millionen von Jahren betragen mag. Die drei Aberrationen verdanken ihre Entstehung der Bewegung der Erde, die eine dreifache ist, nämlich als tägliche Drehung um die Achse, als jährlicher Umlauf um die Sonne und als säkulares Eilen mit der Sonne durch den Raum. Für die Beobachtung setzen sie sich zu einer Aberration zusammen, in der die jährliche selbst innerhalb von Jahrhunderten so sehr vorwaltet, daß sie besonders für astronomische Ortsbestimmungen in Frage kommt. Die Größe der Gesamtaberration bestimmt sich durch die Bewegung der Erde quer zu den Strahlen des in Beobachtung befindlichen Gestirns. Ist die Verbreitungsgeschwindigkeit der Strahlen im Raum c und die Bewegungsgeschwindigkeit der Erde quer zu ihnen v, so hat man für die Aberration $\alpha = \frac{v}{c}$. Die Größe v ist abhängig von der Richtung der Strahlen im Verhältnis zur Richtung der Bewegung der Erde, variiert also von Stern zu Stern. Bei der täglichen Aberration wird sie auch bestimmt durch die geographische Lage des Beobachtungsortes. Nach diesen Umständen richtet sich aber der zu den Strahlen senkrechte Teil der Erdbewegung. Die Formeln hierfür haben die Astronomen längst ermittelt. Außerdem aber findet der obige Ausdruck an sich nur Anwendung, wenn die Beobachtung nicht mittels eines Fernrohrs auf der Erde stattfindet, sondern mittels eines Diopters und zwar an der Grenze der Atmosphäre. Beobachtet man mittels eines Diopters in Luft oder in einer Flüssigkeit, so multipliziert sich die Größe $\frac{v}{c}$ mit einem Faktor a, der von dem optischen Brechungsquotienten der Luft oder der Flüssigkeit abhängt.

Es ist nun höchst bemerkenswert, daß dieser Faktor a sich von dem Brechungsquotienten als in der Weise abhängig ergeben hat, daß, wenn der Strahl aus dem freien Raum kommend irgend welche Stoffe durchdringt und

zuletzt wieder in den freien Raum tritt, dort die Aberration nunmehr genau so groß ist als wenn jene Stoffe gar nicht in den Weg des Strahles geschaltet gewesen wären, der Strahl also sich nur durch freien Raum bewegt hätte. Da zudem die Luft eine nur sehr geringe Brechung besitzt, so folgt aus jenem Umstand, daß die Beobachtung mittels eines Fernrohrs in der Luft keine andere Aberration ergibt, als die mittels eines Diopters im freien Raum. Das ist schon vor mehr als hundert Jahren durch Versuch erkannt worden: Zwei Fernrohre, von denen eins wie gewöhnlich mit Luft, das andere aber mit Wasser gefüllt war, ergaben gleichwohl dieselbe Aberration, und zwar die nach der Formel $\frac{v}{c}$ für ein Diopter im freien Raum zu berechnende. Der große französische Physiker Fresnel fand hiernach und aus theoretischen Erwägungen für a die Formel $a = \frac{1}{n^2}$, wo n der Brechungsquotient des betreffenden mit der Erde sich bewegenden Stoffes ist, innerhalb dessen der Strahl sich verbreitet. An sich wäre also die Aberration innerhalb eines bestimmten Stoffes $\frac{1}{n^2}\frac{v}{c}$. Das ist das Fresnelsche Gesetz der Aberration.

Welche Vorstellung haben wir uns nun von der Entstehung der Aberration und von dem Grunde des obigen Gesetzes zu machen. Ich führe nur das für unser Thema wichtigste an. Das Licht wird durch den den Raum und alle Stoffe erfüllenden Äther verbreitet. Die Beschaffenheit des Äthers müssen wir uns aber in den Stoffen abweichend von der im Raum vorstellen, sei es, daß der Äther in den Stoffen dichter ist, oder daß er in ihnen geringere Elastizität besitzt als im Raume u. s. f. Wenn Körper sich bewegen, was geschieht mit dem Äther um sie und in ihnen? Fresnel nahm an, daß der Äther im freien Raum absolut ruhend bleibt, auch wenn ein Körper sich durch ihn bewegt. Die Strahlen kommen also aus ruhendem Äther zu dem Körper an, und in allen Physikbüchern wird an dem Beispiel einer Kugel, die ein quer sich bewegendes Boot durchbohrt, gezeigt, daß das Strahlstück innerhalb des Fernrohrs zu dem Strahlstück im Raum scheinbar so geneigt sein muß, wie das Wegstück der Kugel innerhalb des Bootes als Verbindungslinie der beiden Löcher gegen den Weg außerhalb geneigt ist, was das Gesetz $\alpha = \frac{v}{c}$ ergibt. Der Äther innerhalb des Körpers soll sich nach Fresnel zwar mit ihm bewegen, jedoch so, als wenn seine Geschwindigkeit v′ nur $= \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ von der Geschwindigkeit v des Körpers beträgt, also $v' = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) v$. Die relative Geschwindigkeit des Körpers gegen den Äther in ihm wäre sonach $v - \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) v = \frac{1}{n^2} v$, und daher das Fresnelsche Gesetz $\alpha = \frac{1}{n^2} \frac{v}{c}$. Die Formel für v′ ist von Fizeau durch einen höchst geistreichen Versuch bestätigt worden. Also wäre alles in Ordnung, wir wissen wie sich der Äther Bewegungen gegenüber verhält! Leider nein, es gibt eine Menge von Zweifeln.

Zunächst hat der englische Physiker Stokes eine Theorie aufgestellt, wonach Aberration auch entsteht, wenn der freie Äther durch die Bewegung des Körpers in ihm, z. B. der Erde, in gewisser Weise in Bewegung versetzt wird. Der holländische Physiker H. A. Lorentz hat in dieser Theorie einige Widersprüche aufgedeckt, dem Verfasser dieses aber ist es gelungen, diese Widersprüche zu entfernen. Also weiß man schon nicht, ob der freie Äther ruht oder

sich bewegen kann. Sodann haben wir den berühmt gewordenen Versuch von Michelson, welcher dartun soll, daß zwei Strahlenbündel, welche eine Interferenzerscheinung geben, diese Erscheinung in keiner Weise ändern, wenn man sie zusammen auf der Erde dreht. Da bei dieser Drehung die Lage der Strahlenbündel zu der Bewegungsrichtung der Erde sich stetig ändert, so mußte man hieraus schließen, daß der Äther, durch den die Strahlenbündel sich verbreiten, genau die Bewegung der Erde besitzt. Das ist ein noch schärferer Gegensatz gegen die Fresnelsche Annahme, als selbst der aus Stokes Theorie fließende. Der Äther um die Erde ruht, der Äther um die Erde bewegt sich wie die Erde! Die elektromagnetischen Erscheinungen, z. B. der Telegraphie ohne Draht, verbreiten sich durch den Äther wie das Licht. Maxwell und Heinrich Hertz haben für sie eine Theorie aufgestellt, derzufolge der Äther sich genau so bewegen soll wie die Körper, um welche und in welchen er sich befindet. Im Gegenteil nimmt H. A. Lorentz in seiner jetzt fast herrschend gewordenen Elektronentheorie an, daß der Äther nicht bloß — wie nach Fresnel — im freien Raum ruht, sondern überhaupt unbeweglich ist, also auch sich mit keinem Körper, auch nicht zum geringsten Teil, mitbewegt. Angesichts solcher geradezu diametralen Annahmen, was soll schließlich gelten? Keine dieser Annahmen ist unbrauchbar, keine befriedigt ganz. Wie wenig aus unserem gegenwärtigen Wissen auf die eine oder auf die andere Annahme geschlossen werden kann, glaubt der Verfasser in einem Werke „Die Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie“ noch neuerdings nachgewiesen zu haben. Also sollten wir uns gedulden bis wir weiteres Wissen erlangt haben? Diesen Ausweg geht man mit Recht selten gern. Jede Zeit schließt aus dem, was sie besitzt und vertröstet sich nicht. Was könnten wir über Religion und Seele sagen, wenn wir nur das Sichere zur Richtschnur nehmen wollten? In unserem Falle hat sich die Relativitätstheorie aufgetan, die den Knoten zerhaut, aber außerdem eine Weltbedeutung in Anspruch nimmt.

Für die behandelte Erscheinung und für Erscheinungen überhaupt, besagt sie einfach, daß aus der Form der Gesetze dieser Erscheinungen sich nicht erschließen läßt, ob diese Erscheinungen in bewegten oder in unbewegten Stoffen vor sich gehen. Die Gesetze sind die gleichen für bewegte wie für unbewegte Stoffe. Eine etwaige Bewegung kommt in den Gesetzen der Erscheinungen nicht zum Ausdruck. Freilich ist die Auffassung der Elemente der Erscheinungen nicht immer die gleiche. Manche Elemente zeigen sich allerdings unabhängig von der Bewegung, wie z. B. der Druck, die Dichte oder die Größe, die den Gang der Erscheinungen, insbesondere auch den Gang des Weltlebens regelt, die sogen. Entropie. Die meisten Elemente der Erscheinungen aber erfahren eine Änderung für die Auffassung, nicht für einen Beobachter, der sich mit den Stoffen, in denen die Erscheinungen vor sich gehen, mitbewegt, von besonderen Verhältnissen abgesehen, wohl aber für einen solchen, der ruht oder sich anders bewegt als jene Stoffe. Zu diesen Elementen gehören vor allem die räumlichen Abmessungen und die Zeitdauer. Alle Körper, die sich bewegen, dehnen sich in der Geradsicht des relativ ruhenden Beobachters nach allen Seiten mit wachsender Geschwindigkeit mehr und mehr aus, während sie in Richtung der Bewegung sich von beiden Seiten abplatten. Schließlich, wenn eine Grenzgeschwindigkeit erreicht ist, werden sie in der Geradsicht des Beobachters zu einer allseitig unendlich großen, unendlich dünnen Scheibe, die ihm die halbe Welt verdecken würde. Eine Uhr, die sich bewegt, geht dem

relativ ruhenden Beobachter mehr und mehr nach. Bei der Grenzgeschwindigkeit bleibt sie für ihn stehen. Ähnliche Verhältnisse treten für die Temperatur ein, sie wächst ständig, um bei der Grenzgeschwindigkeit alles Maß der Glut zu überschreiten. Für den mitbewegten Beobachter geschieht im Allgemeinen nichts von alledem, die Körper behalten ihre Größe, die Uhren gehen gleichmäßig weiter, die Temperatur ändert sich nicht, für ihn ist dann alles so, wie wenn die Körper ruhten.

Das ist die Einsteinsche Lehre von der Relativität der Erscheinungen, und jene öfter genannte Grenzgeschwindigkeit soll die Lichtgeschwindigkeit im freien Raume sein. Die Änderung der Erscheinungselemente hängt immer ab von der Größe $\sqrt{1-\frac{p^2}{c^2}}$, wo p die Geschwindigkeit der Bewegung der Körper, c die Geschwindigkeit der Lichtverbreitung im freien Raume bedeutet. Wo diese Größe als Faktor im Zähler eines Elements auftritt, verschwindet das Element aus der Wahrnehmung des relativ ruhenden Beobachters, sobald $p = c$ geworden ist, die Körper sich mit der Lichtgeschwindigkeit bewegen. Wo sie im Nenner steht, wird im gleichen Falle das Element für den relativ ruhenden Beobachter unendlich groß. Und wenn der relativ ruhende Beobachter in dieser Weise die Elemente in Rechnung zieht, gehen die Erscheinungen für ihn so vor sich, als wenn die Körper, in denen die Erscheinungen sich abspielen, für ihn ruhten oder er sich mit ihnen bewegte. Er kann alsdann aus den Erscheinungen nicht entscheiden, was stattfindet, ob er mit den Körpern ruht, oder ob er sich mit ihnen bewegt, beides ist für ihn gleich wahrscheinlich.

(Schluß folgt)

Das Meeresleuchten und die Meeresströmungen

Von Prof. Karl von Lysakowski

1. Das Meeresleuchten

Eine der herrlichsten Erscheinungen des Ozeans ist unbedingt das Meeresleuchten, das in allen Gegenden der Erde, besonders glänzend aber in den Äquatorial-Zonen zu beobachten ist. Man muß hierbei verschiedene Arten dieses Leuchtens unterscheiden; ein sporadisches, von Leuchtpunkten ausgehendes, und ein kontinuierliches, das von Leuchtflächen kommt. Das erstgenannte kann man in den Tropen, selbst im Mittelländischen Meere, fast jede Nacht beobachten. Ähnlich prachtvoll ist es am Kap Horn; am Kap der guten Hoffnung ist es von blitzartiger Intensität. Man gewahrt im Meere helle, rötlich, gelblich oder bläulich schimmernde Punkte geringster Ausdehnung bis Tellergröße, von Punkten bis zu Lichtballen, welche im Wasser ganz plötzlich da entstehen, wo die Flut bewegt wird, also entweder neben dem Vorderteil des Schiffes, das die Wellen aufwirft, im Kielwasser, oder auch neben den Rädern des Dampfschiffes. Der Schimmer, der sich bei diesem Leuchten verbreitet, kann sogar die Seiten des Schiffes schwach erhellen.

Diese Erscheinung geht teils von Medusen, teils von mikroskopischen Krebschen usw. aus, deren Oberfläche bei Berührung an der berührten Stelle Licht ausstrahlt, ohne daß ein besonderes Leuchtorgan vorhanden ist. Das intensivste, bläulich-grüne Licht bringt eine Salpe hervor, Pyrosima atlantica. 6 bis 8 von ihnen verursachen eine Helligkeit, bei der man lesen kann. Ganz anders ist das Leuchten, welches sich besonders bei frischem Nordwinde zeigt,

wenn trübes und stürmisches Wetter eintreten will, und das am glänzendsten im Kielwasser, d. h. in der schäumenden und zusammenwirbelnden Wasserfurche des Schiffes auftritt. Ein mattflammender Streif bezeichnet die Bahn des Schiffes, verbreitet sich aber nicht über das gekräuselte Wasser hinaus. Von den Rudern triefen Funken herab, Badende erscheinen wie feurige Gestalten und überschlagende Wellen machen alle benetzten Gegenstände leuchtend. In einen Eimer geschöpft, ist das Wasser dunkel, beim Umrühren aber sprühen in demselben Funken nach allen Seiten.

Ganz anders als dieses zuckende Leuchten ist das weiter Flächen. Schon im Ärmelmeer, in den Buchten der Bretagne aber namentlich auf hohem Meere, erscheint häufig die weite Meeresfläche wie mit Licht übergossen. Millionen Funken leuchten in einer Sekunde gleichzeitig auf und fließen für das Auge zu einem zusammenhängenden Scheine ineinander. Es stammt wahrscheinlich von den Krustaceen-Familien der Buschelfüßer, deren Individuen selten über ein paar Millimeter groß werden. Hauptsächlich ist es aber eine mikroskopische Rippenqualle, Nocticula scintillans ($^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ mm im Durchmesser), die zu Milliarden die Meeresfläche bevölkert und bei jeder Beunruhigung des Wassers hell erglüht.

Der berühmte französische Naturforscher Quatrefages erhielt ganze Schichten dieser Tierchen durch Filtrieren des Meerwassers; in einem Glas starben dieselben durch Erhitzen des Wassers oder durch Zusatz einer starken Säure und bedeckten die Oberfläche. Wenn man bedenkt, daß ein Tropfen Wasser mäßiger Größe mehr als hundert solcher Tierchen enthalten kann, so erkennt man, daß deren Zahl alle Vorstellungen überschreitet; sie bevölkern ja unermeßliche Flächen der Meere. Aber nicht nur auf die Oberfläche ist das Leuchten beschränkt, es soll sich auch in die Tiefe verbreiten, so daß man mitunter große und kleine Fische als leuchtende Gestalten in der Tiefe schwimmen sieht.

Daß faulende Stoffe Veranlassung zum Leuchten des Wassers geben, ist vielfach behauptet, aber noch nicht beobachtet worden. Becquerel fand, daß das Wasser des Flusses Brenta bei großer Hitze in allen entstehenden Wellen leuchtete, wenn es erschüttert wurde; als Ursache vermutete er faulende Stoffe.

Im Roten Meere findet man auch eine besondere Art dieser kleinen Tierchen, die eine gelbrote Färbung haben und diese ganzen Meeresstellen erteilen. Der Anblick der Wasseroberfläche ist besonders abends und bei Nacht wundervoll. Es ist nicht unmöglich, daß das Rote Meer seinen Namen infolge dieser Färbung bekommen hat.

2. Die Meeresströmungen

Außer der Wellenbewegung unterliegt das Meerwasser noch einer anderen Bewegung, den Meeresströmungen. Man benennt diese nach der Himmelsrichtung, nach welcher das Wasser fließt, und unterscheidet oberflächliche oder Oberströmungen, von solchen, welche sich in größeren Tiefen befinden, von Unterströmungen. Sie sind entweder beständig oder periodisch oder unregelmäßig. Ihre Länge, ihre Breite sowie ihre Geschwindigkeit ist sehr verschieden, ebenso ihre Ursache. Gewisse Winde, die in ein und derselben Gegend und Richtung unablässig wehen, können durch ihren Stoß auf die Wasserfläche oberflächliche Strömungen erzeugen, welche von Rennell Driften oder Treibströmungen genannt worden sind. Eine starke Verdunstung in heißen Erdgegenden kann eine Verminderung des Wassers bewirken, so daß zur Her-

stellung des Gleichgewichtes ein Zuströmen von den Seiten als Ersatz stattfinden muß, so wie umgekehrt durch das Schmelzen des Polareises eine ungewöhnliche Vermehrung des Wassers und damit eine Strömung veranlaßt wird, die das Abfließen bewirkt. Hauptsächlich aber muß Verdunstung und Niederschlag sowie das durch Erwärmen leichter gewordene, und das durch Verdunstung salziger und somit schwerer gewordene Wasser Strömungen veranlassen, da sich ja das schwerere und leichtere Wasser ins Gleichgewicht zu setzen strebt. Das schwerere fließt nach der Gegend hin, wo sich das leichtere befindet, und dieses umgekehrt dahin, von wo das schwerere kommt. Unter den Tropen muß also infolge der starken Verdunstung durch die intensive Sonnenstrahlung das Streben nach einer Niveau-Erniedrigung immerwährend vorhanden sein; das Wasser wird dort salziger und schwerer. In den polaren Gegenden dagegen wird infolge des häufigen Niederschlages immer die Tendenz einer Niveau-Erhöhung vorwalten, und zwar einmal durch Verdünnung leichter werdenden Wassers, dann aber auch durch die Schmelzwasser selbst. Die naturnotwendige Folge ist ein Hin- und Herströmen des Meerwassers zwischen den Polen und dem Äquator. Auch die Mündung eines Stromes veranlaßt eine Strömung im Meere; so behält nach Sabine der Amazonenstrom über 400 km weit von der Mündung seine Richtung und eine Geschwindigkeit von fast 3 cm in der Sekunde. Und vom la Plata berichtet Rennell, daß er noch mehr als 750 km von seiner Mündung eine Breite von über 1000 km und eine Geschwindigkeit von 1 cm in der Sekunde besitze.

Aber weiter: Nehmen wir an, es fiele auf $^1/_5$ des Atlantischen Meeres ein Regen, der das Regengebiet 24 mm hoch bedeckt. Dieser Regen würde 360000 Millionen Tonnen wiegen; das Salz, welches in so viel Wasser vor dessen Verdunstung aufgelöst enthalten ist, wiegt außerdem 16 Millionen Tonnen, d. h. etwa doppelt so viel, als alle Schiffe der Welt als Ladung führen könnten. Mag diese Regenmenge in einer Stunde oder in welchem Zeitraume sonst herabfallen; jedenfalls wird sie mit großer Gewalt wirken und das Gleichgewicht des Meeres stören müssen. Wenn alles Wasser, welches der Mississippi in einem Jahre ins Meer schüttet, auf einmal aufgehoben und fallen gelassen würde, so würde es keine größere Störung verursachen. Nun ist die gesamte Meeresfläche 25 mal so groß. Die jährlich darauf niederfallenden Regenmengen müssen eine sehr viel größere Gleichgewichtsstörung erzeugen, als wir sie vorhin schon kennen lernten.

Zwischen der heißesten Stunde des Tages und der kältesten der Nacht findet sich in der Meerestemperatur häufig eine Differenz von 2°. Es trete nun der folgende Fall ein. Auf einem Fünftel des Atlantischen Ozeans sei der Tag klar, die Sonne scheine mit ganzer Kraft und erhöhe die Temperatur des Wassers um 1°. Bei Nacht bedecke sich der Himmel mit Wolken, die die Ausstrahlung von diesem Fünftel verhindern. Die anderen vier Fünftel mögen bei Tage bewölkten Himmel gehabt und in der Nacht durch Ausstrahlung gegen den klaren Himmel noch 1° ihrer Temperatur verloren haben, dann ist ein Temperaturunterschied von 2° eingetreten, der sich nur 3 m tief unter die Oberfläche erstrecken mag. Dann ist die totale und absolute Veränderung, welche in einer solchen Wassermasse durch eine Änderung der Temperatur von 1° bewirkt wird, gleich einer Änderung ihres Volumens um 390 000 Millionen Cubikfuß. Man erkennt also, in welchem Maße Regen, Wolken, Tag und Nacht, zu Strömungen und Regulationen im Ozean Veranlassung geben können. Aber auch die uner-

meßliche Fülle der lebenden Wesen ist nicht ohne Einfluß; alle die schalen- und korallenbauenden Tierchen, bis zum Infusorium hinab, entziehen die ihnen notwendigen festen Bestandteile, die Massen kohlensauren Kalks, dem Meerwaser; dasselbe muß dadurch notwendig leichter werden, aufsteigen und durch anderes hinzuströmendes Wasser ersetzt werden. Die Meerestierchen veranlassen also gleich der Verdunstung ein beständiges Auf- und Abströmen und sind wichtige Räder zur Bewegung der ganzen Maschine der Meeresströmungen. Wenn alles Salz fest niedergeschlagen und gleichmäßig über Nordamerika ausgebreitet wäre, so würde es den Boden 1900 m hoch bedecken; und diese Last, im Meere aufgelöst, wird durch Sonnenstrahlung, Wind und Infusorien in Bewegung gesetzt und erhalten.

Jede Strömung hat nun naturgemäß eine Gegenströmung zur Folge, und die beiden Strömungen fließen über einander. So ist das gesamte Meerwasser in unablässiger Bewegung begriffen und der stete Wechsel der Temperatur und des Salzgehaltes in denselben Wasserteilchen erhält das ungeheure von organischem Leben strotzende Element immerwährend frisch, ein Kreislauf, der passend mit dem in den belebten Wesen stattfindenden verglichen werden kann.

Äquatorialströmung. Im Atlantischen, wie im großen Ozean, bewegt sich das Meerwasser in der Gegend des Äquators von Osten nach Westen. Alexander von Humboldt nennt diese Strömung die Rotationsströmung und deutet damit auf die Ursache hin, die er für die Entstehung derselben aus der Drehung der Erde vermutet.

Auch die große Flutwelle sieht man als die Ursache der Äquatorialströmung an; zur Herstellung der Fluterhebung im weiten Meere muß natürlich eine ungeheure Wassermasse jede 6¼ Stunde aus einem Viertel der Oberfläche sich zu einem anderen hinbegeben und darauf von diesem wieder zurückströmen.

Die Äquatorialströmung ist also ihrer Entstehungsart nach ein recht kompliziertes Gebilde. Französische Hydrographen behaupten, daß sich das Wasser in den Tropengürteln wegen der größeren Sonneneinstrahlung ausdehne, sein Niveau erhöhe und abströme. Die äquatorialen Gewässer der Nordhemisphäre strebten daher von S. nach N. Da sie jedoch eine größere Geschwindigkeit nach höheren Breiten mitbringen, denen selbst eine geringere eigentümlich ist, müssen sie vorauseilen und eine Richtung von SW nach NO nehmen. Aber die Passatwinde, die ihnen gerade entgegenwehen, hemmen sie nicht nur, sondern drängen sie sogar nach SW zurück. Darauf entsteht eine von Ost nach West gerichtete Strömung, die Äquatorialströmung. Die Haltbarkeit dieser Folgerungen mag auf sich beruhen; jedenfalls läßt man im allgemeinen die Passatwinde als die Hauptveranlasser der Äquatorialströmung gelten, so wenig auch diese Ursache der Größe der Wirkung zu entsprechen scheint.

Im Großen Ozean mag diese Strömung eine Breite von 50° haben und binnen 24 Stunden 12 bis 22 Seemeilen zurücklegen. Die Strömung soll sich hier noch in etwa 2 m Tiefe vorfinden. Eine solche Wirkung würde sich nimmermehr aus dem Einflusse der Passatwinde erklären lassen. Wenige Grade nördlich vom Äquator findet sich hier eine starke äquatoriale Gegenströmung von W nach O gerichtet, die 18 Seemeilen in 24 Stunden zurücklegt. Im Atlantischen Meere beginnt der Äquatorialstrom im innersten Teile des Busens von Guinea und zieht von dort überwiegend nördlich vom Äquator nach West mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 79, im Mittel 46 Seemeilen in 24 Stunden, bis er sich nach einem Laufe von etwa 4500 km an der Ostecke Süd-

Amerikas teilt und einerseits nach NW, andererseits nach SW fortsetzt. Bei der Guineaküste beträgt seine Breite nicht mehr als $2^1/_2{}^0$. In 42^0 w. L. angekommen zweigt sich von ihm ein beträchtlicher NW-Arm ab, der sich bisweilen bis zum 30. Breitengrade merklich macht. Der Äquatorialstrom hat im Sommer seine größte Geschwindigkeit, die zunimmt, je mehr er sich Amerika nähert, bis zu 140 km in 24 Stunden. Anfangs ist er 300 km breit, im Meridian von Cap Palmas 650 km, vor seiner Teilung 830 km. Seine mittlere Temperatur ist 24^0, d. i. $2^1/_2$ bis 4^0 weniger als die benachbarten Gewässer der Tropen haben. Nach Duperey ist seine mittlere Breite 5500 km, seine Länge 130 bis 140 Längengrade, das ist mehr als ein Drittel des Erdumfanges.

Golfstrom. Eine der großartigsten, wichtigsten und merkwürdigsten Strömungen ist der sogenannte Golfstrom, der unveränderlich und nie versiegend zwischen der Halbinsel Florida und Kuba aus dem mexikanischen Meerbusen hervortritt, sich nach N wendet, bei den Karolina-Staaten nordöstlich und von den Neufundlandbänken östlich fließt und dann abermals nordöstlich seine Richtung teils zur Bai von Biscaya, teils zwischen Irland und Großbritannien weiter verfolgt. Schon 1513 fanden die Spanier Ponce de Leon und Antonis de Alaminos diese Strömung auf, und sechs Jahre später ließ sich der letztgenannte von Florida nach Europa in derselben hinübertreiben. Später haben sie Franklin und Blagden wissenschaftlich erforscht, und ihre Arbeiten sind durch zahlreiche spätere Forschungen erweitert und vervollkommnet worden. Die Wässer dieser Strömung sind warm, aber neben und unter ihnen befindet sich kälteres Wasser. Ihre Strömung ist reißender als die des Mississippi und des Amazonenstromes. Auf eine weite Strecke kann man sie wegen ihrer tiefblauen Farbe sicher von dem Nebenwasser unterscheiden; die Grenzlinie ist scharf. Nach Osten hin wird der Golfstrom, nachdem er etwa 4500 km geflossen, allmählich immer breiter und seine scharfe Abgrenzung verliert sich.

Der Wärmeunterschied zwischen seinem und dem Nebenwasser beträgt an einem Wintertage 11 bis 17^0. Diese Wärme muß sein Wasser leichter machen und scheint selbst die Zunahme des Gewichtes zu übertreffen, die aus seinem größeren Salzgehalte — der den Wasserteilchen zugleich einen stärkeren Zusammenhang verleiht — resultiert. Infolge des geringeren spezifischen Gewichts muß aber das Wasser in dem Strome ein höheres Niveau haben, und zwar ergibt die Berechnung, daß die Achse des Golfstromes 575 mm höher liegen müßte als die daran stoßenden Gewässer des Ozeans. Seine Oberfläche müßte also, wie ein flaches Dach, eine Neigung nach beiden Seiten haben, das Wasser also seitwärts wie von einem Firste hinabfließen. Deshalb scheint es am Rande aufzuwallen und schäumt hier und da, einem Wasserfalle gleich. In der Tat schwimmt ein Boot, das ein von S nach N fahrendes Schiff dort aussetzt, von dieser Dachströmung getrieben, entweder nach Osten oder nach Westen. Treibholz und Seetang, das längs des östlichen Randes des Golfstromes in Menge schwimmt, findet sich nie auf der Westseite, wenn es von Osten gekommen ist, weil es nicht über den Berg schwimmen kann, wohl aber gelangen schwimmende Körper von dem mexikanischen Meere oder aus West-Indien nach Europa, und solche (zwei Leichname und Bambusstücke) sind bekanntlich schon vor Kolumbus' Fahrten an den Azoren und den Kanarischen Inseln aufgefangen worden. Anderes wird noch jetzt dort, wie an den Küsten Irlands, der Hebriden und Norwegens, aufgefischt: Früchte, Körner, Fässer von gescheiterten Schiffen usw. Solche fremden Körper werden von dem Golfstrom

auf der Ostseite ausgesondert, und gleiten nicht auf der Amerika zugeneigten Fläche hinab, weil sie, von Süden herkommend, durch die Drehung der Erde mit einer größeren Rotationsgeschwindigkeit begabt sind, als die nördlicher gelegenen Orte haben, in die sie gelangen, vermöge derer sie ein Bestreben haben, immer mehr nach Osten auszuweichen, und zwar um so stärker, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der sie sich von Süden nach Norden bewegen. Aus demselben Grunde soll in einem anderen Falle, bei der Richtung von Norden nach Süden, das meiste Treibholz vom Mississippi an dem Westufer ausgeworfen werden.

Als Veranlasser des Golfstromes kann der Mississippi nicht gelten, denn die Menge süßen Wassers, die dieser in den mexikanischen Meeresbusen ergießt, ist nicht mehr als ein Tausendstel der salzigen Wassermasse, die als Golfstrom aus jenem Meeresteile abfließt. Da überdies der Meerbusen salzig bleibt, muß das Wasser wo anders her kommen. Nach Franklins Meinung treiben die Passatwinde das Wasser in das Caraibische Meer und den Meerbusen von Mexiko, stauen es dort auf, und bieten es dort für den Golfstrom als Quelle dar.

Der Golfstrom hat in den Engen von Florida oder von Benimi 1840 km Breite und eine Geschwindigkeit von 4 Knoten, d. h. er durchläuft $^1/_{120}$ Seemeile in $^1/_2$ Minute oder 4 Seemeilen in einer Stunde. Dort, wo er zwischen den Bahama-Inseln und dem Cap Canaveral seinen „Ausfall“ macht und von SO her, aus dem alten Bahama-Kanal, in der Regel einen ansehnlichen Zuwachs erhält, ist er 555 km breit, im Mittel 370 m tief und von so großer Geschwindigkeit, daß er 5,5 bis 8 Kilometer in der Stunde zurücklegt. Er gibt in einer Sekunde 33000 Millionen Kubikmeter Wasser her, also das 2000fache des Mississippi. Beim Eintritt in das Caraibische Meer ist das Oberflächenwasser etwa $1^1/_2{}^0$, in der Tiefe von 300 bis 1000 m um 22° kälter als bei seinem Austritte aus dem Golfe. Die Wässer führen demnach aus diesen Gegenden eine Wärmemenge fort, die ein Strom geschmolzenen Eises im Flusse enthalten könnte, der die vom Mississipi täglich fortgewälzte Wassermasse an Masse übertrifft. Wenn sie an die Engen von Bemini gelangen, streben sie direkt nach denjenigen Gegenden die einen viel geringeren Salzgehalt und daher spezifisch leichteres Wasser haben, um sich mit diesem auszugleichen, d. h. nach der Nordsee und dem Grönländischen Meere, so daß der Strom nur eine Folge der hydro-dynamischen Gesetze wäre.

Der Weg des Golfstromes durch den Ozean wechselt aber etwas mit den Jahreszeiten. Die Grenze seines Nordrandes liegt bei seinem Durchgange durch den Meridian des Cap Race (bei Neu-Fundland) im Winter zwischen 40° und 41° n. B. und im September, wenn die See am wärmsten ist, nördlicher, zwischen 45 und 46° n. B. Im Winter fließt er also südlicher, weil das kalte Wasser, das den Raum zwischen ihm und der Ostküste Nord-Amerikas ausfüllt, der von Norden kommende sogenannte Labradorstrom, bei der Abkühlung zum Gefrierpunkt hin sich ausdehnt, sich Platz schafft, und den Golfstrom nach Süden schiebt.

Die höchste Temperatur des Golfstromes ist 30° (bei Cap Hatteras beobachtet), d. s. etwa 5° mehr, als dem Ozean in jener Breite eigentlich zukommt. Zehn Breitengrade nördlicher hat er nur ein Grad seiner Wärme verloren, und nachdem er 4500 km nach Norden geflossen ist behält er selbst im Winter noch immer eine sommerliche Wärme. Oft hat die darüber befindliche Luft die

Temperatur des Eispunktes, das Wasser des Stromes zeigt aber 26 bis 28° Wärme. Bei Neu-Fundland mißt das Wasser noch 20 bis 25°, während es an der Küste von Labrador 3° hat. Der Regel nach fließt das wärmste Wasser des Stromes an der Oberfläche oder doch nahe derselben. Nach der Tiefe zu fällt die Temperatur, obwohl sie noch immer wärmer als die des umgebenden Wassers ist. Den Grund des Ozeans scheint indeß das wärmste Wasser nirgends erreichen zu dürfen, überall liegt zwischen ihm und der festen Erdrinde eine Schicht kalten Wassers, die als schlechter Wärmeleiter dem Golfstrom seine Wärme erhält. Ohne diese Einrichtung würde dem westlichen Europa nichts von der jenen Gegenden entführten Wärme zu gute kommen, während sie so der norwegischen Küste unverhältnismäßig warme Winter verschafft, bei den Färoer- und Shetlands-Inseln das Meer stets eisfrei erhält und die Westküste Irlands um 2° wärmer macht als die Ostküste ist. Die irische Westküste genießt so in 52° n. B. eine Temperatur, wie sie sich an der Ostküste Nord-Amerikas erst im 38° ö. B. vorfindet. Der Golfstrom ist im Meridian von Island im Januar über 12° warm, während in derselben Breite zur nämlichen Zeit in Prag die Temperatur der Luft bis —25° sinkt. Das Nordcap hat noch an der Erwärmung Anteil, da Hammerfest fast nie eine tiefere Temperatur als 12 bis 14° bekommt, und Vardö hat im Januar —6°, während der Januar in Petersburg, 10° südlicher, —7,5° hat. Der Golfstrom zeigt nicht in seiner ganzen Breite die gleiche Temperatur; 65 Seemeilen von seinem linken Rande befindet sich die wärmste, 150 Seemeilen weiter nach rechts seine kälteste Strecke, die an der Oberfläche um 5 bis 6° kälter ist als die erstgenannte. Dazwischen und daneben fließen vertikal nebeneinander andere von relativ höherer und niedrigerer Temperatur; kältere vertikale Schichten (Arennen) neben Wassermengen wärmeren, aber die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Strecken übersteigt nie 3°. Dieses Wechseln von kalten und warmen vertikalen Schichten findet sich noch in 900 m Tiefe und zeigt sich bereits in der Florida-Straße. Von der amerikanischen Küste her steigt an der Westgrenze des Stromes die Temperatur plötzlich auf 10°, und zwar sowohl in der Tiefe wie auch an der Oberfläche. Weiter östlich schwankt sie dann in den verschiedenen Schichten, bis sie zu der Ostgrenze herabsinkt.

Ein Teil des Golfstromes wendet sich mit 30 bis 35 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden westlich von Madeira nach Süden, bespült den Westrand der Sahara und ist dort um 5° kühler als die benachbarten Wasser; er wendet sich aber unter 17 bis 5° n. B. wieder nach Westen, um zum Caraibischen Meere zu fließen. Das Wasser beschreibt somit einen Kreislauf, und innerhalb dieses ungeheuren Wirbels liegt das Sargassomeer, jenes riesige Tang- und Alpengebiet, das noch unablässig durch das vom Golfstrom an seiner Grenze abgesetzte Gras vermehrt wird. Ein zweiter Arm des Golfstromes ist nach der Meeresenge von Gibraltar gerichtet, ein dritter tritt in den Biscayschen Busen, ein vierter, der bedeutendste, die eigentliche Fortsetzung geht nach NO, umschließt die Färöer und nimmt seinen Weg zwischen Island und der norwegischen Küste, deren Klima er, wie schon gesagt, wesentlich mildert. Er geht zwischen dem Nordkap und der Bären-Insel hindurch, (im Juli 7,5° in 72°, 5° in 74° n. B.) teilt sich im Norden und sendet den einen Arm nach Spitzbergen (2,5° in 70° n. B.), den anderen ins Eismeer nach den Küsten Sibiriens, wo von Middendorff das Meer im Tainsyr-Busen völlig eisfrei fand, und Wrangel im Osten Neu-Sibiriens im Juli die Durchschnitts-Temperatur des Meeres zu 3° bestimmte.

Der nördlich von Kanin zur Westküste Nowaja-Semlas gehende Strom zeigt bei der Insel Kalgniew im Juli noch 10° warmes Wasser und verrät durch seinen hohen Salzgehalt und die dunkelblaue Färbung noch das Golfstromwasser. Die rechte Seite grenzt hier an entgegengesetzt fließendes Wasser, eine Driftströmung, die, je nach der Stärke des Windes, bedeutender oder geringer ist; bei entgegengesetzt wehenden Winden kann sie auch ganz gehemmt werden. Sie ist schwach, kann aber auf eine Seemeile in der Stunde anwachsen.

(Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat November 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Verteilung der veränderlichen Sterne am Himmel

Es war schon frühzeitig aufgefallen, daß die neuen Sterne, welche plötzlich aufleuchten und nach kurzer Zeit wieder unsichtbar werden oder nur so schwach weiter leuchten, daß zu ihrer Beobachtung die größten Fernrohre nötig werden, sich nach der Milchstraße zu zusammendrängen. Die Frage ist nun von größtem Interesse, wie sich die den neuen Sternen verwandten veränderlichen Sterne am Himmel verteilen. Ernst Zinner hat hierüber in den A. N. 4538 Untersuchungen angestellt, indem er die im Katalog von Hartwig für 1912 enthaltenen 1234 Sterne, von denen 668 am nördlichen und 566 am südlichen Himmel vorkommen, in Planigloben, die der stereographischen Projektion des Himmels entsprechen, einzeichnete und mit der Lage der Milchstraße verglich. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß die veränderlichen Sterne weit häufiger in der Milchstraße vorkommen als außerhalb und daß auch im Vergleich mit dem Vorkommen der Sterne also ihre relative Häufigkeit in der Milchstraße ein Maximum ist. Diese große Anhäufung im Milchstraßenring findet wohl durch die feinen Nebelmassen, die in der Milchstraße lagern, ihre naturgemäße Erklärung.

Breite, gerechnet vom Milchstraßenring aus	Anzahl der Veränderlichen	Relative Anzahl der veränderlichen Sterne	der gewöhnlichen Sterne
+ 90° bis + 70°	10	0,14	0,35
+ 70 - + 50	62	0,29	0,37
+ 50 - + 30	101	0,31	0,45
+ 30 - + 10	248	0,63	0,68
+ 10 - — 10	422	1,00	1,00
— 10 - — 30	238	0,60	0,77
— 30 - — 50	93	0,29	0,47
— 50 - — 70	43	0,20	0,41
— 70 - — 90	17	0,23	0,38

Für die Algolsterne und für die neuen Sterne ist die Abnahme mit wachsender Breite von der Milchstraße noch schneller als für die gewöhnlichen veränderlichen Sterne. Die Verteilung der Veränderlichen am Nordhimmel ähnelt der Verteilung der Sterne 1. bis 9. Gr., wie sie Stratonoff in seinem Atlas (Publ. de l'observatoire astr. et phys. de Taschkent No. 2 und 3) darstellt, wohingegen die Verteilung der Veränderlichen am Südhimmel von der der Sterne auf dem Stratonoffschen Atlas abweicht. Man kann daher wohl annehmen, daß die Gebiete von 4^h bis 8^h und 0° bis —40° auf Veränderliche noch nicht genügend durchforscht sind, da eine verschiedene Verteilung derselben am Nord- und Südhimmel von vornherein unwahrscheinlich ist.

Die Sterne

Am 1. November abends 10 Uhr zieht sich das in matt silberner Farbe erglänzende Band der Milchstraße von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes.

Temperatur des Eispunktes, das Wasser des Stromes zeigt aber 26 bis 28° Wärme. Bei Neu-Fundland mißt das Wasser noch 20 bis 25°, während es an der Küste von Labrador 3° hat. Der Regel nach fließt das wärmste Wasser des Stromes an der Oberfläche oder doch nahe derselben. Nach der Tiefe zu fällt die Temperatur, obwohl sie noch immer wärmer als die des umgebenden Wassers ist. Den Grund des Ozeans scheint indeß das wärmste Wasser nirgends erreichen zu dürfen, überall liegt zwischen ihm und der festen Erdrinde eine Schicht kalten Wassers, die als schlechter Wärmeleiter dem Golfstrom seine Wärme erhält. Ohne diese Einrichtung würde dem westlichen Europa nichts von der jenen Gegenden entführten Wärme zu gute kommen, während sie so der norwegischen Küste unverhältnismäßig warme Winter verschafft, bei den Färoer- und Shetlands-Inseln das Meer stets eisfrei erhält und die Westküste Irlands um 2° wärmer macht als die Ostküste ist. Die irische Westküste genießt so in 52° n. B. eine Temperatur, wie sie sich an der Ostküste Nord-Amerikas erst im 38° ö. B. vorfindet. Der Golfstrom ist im Meridian von Island im Januar über 12° warm, während in derselben Breite zur nämlichen Zeit in Prag die Temperatur der Luft bis —25° sinkt. Das Nordcap hat noch an der Erwärmung Anteil, da Hammerfest fast nie eine tiefere Temperatur als 12 bis 14° bekommt, und Vardö hat im Januar —6°, während der Januar in Petersburg, 10° südlicher, —7,5° hat. Der Golfstrom zeigt nicht in seiner ganzen Breite die gleiche Temperatur; 65 Seemeilen von seinem linken Rande befindet sich die wärmste, 150 Seemeilen weiter nach rechts seine kälteste Strecke, die an der Oberfläche um 5 bis 6° kälter ist als die erstgenannte. Dazwischen und daneben fließen vertikal nebeneinander andere von relativ höherer und niedrigerer Temperatur; kältere vertikale Schichten (Arennen) neben Wassermengen wärmeren, aber die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Strecken übersteigt nie 3°. Dieses Wechseln von kalten und warmen vertikalen Schichten findet sich noch in 900 m Tiefe und zeigt sich bereits in der Florida-Straße. Von der amerikanischen Küste her steigt an der Westgrenze des Stromes die Temperatur plötzlich auf 10°, und zwar sowohl in der Tiefe wie auch an der Oberfläche. Weiter östlich schwankt sie dann in den verschiedenen Schichten, bis sie zu der Ostgrenze herabsinkt.

Ein Teil des Golfstromes wendet sich mit 30 bis 35 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden westlich von Madeira nach Süden, bespült den Westrand der Sahara und ist dort um 5° kühler als die benachbarten Wasser; er wendet sich aber unter 17 bis 5° n. B. wieder nach Westen, um zum Caraibischen Meere zu fließen. Das Wasser beschreibt somit einen Kreislauf, und innerhalb dieses ungeheuren Wirbels liegt das Sargassomeer, jenes riesige Tang- und Alpengebiet, das noch unablässig durch das vom Golfstrom an seiner Grenze abgesetzte Gras vermehrt wird. Ein zweiter Arm des Golfstromes ist nach der Meeresenge von Gibraltar gerichtet, ein dritter tritt in den Biscayschen Busen, ein vierter, der bedeutendste, die eigentliche Fortsetzung geht nach NO, umschließt die Färöer und nimmt seinen Weg zwischen Island und der norwegischen Küste, deren Klima er, wie schon gesagt, wesentlich mildert. Er geht zwischen dem Nordkap und der Bären-Insel hindurch, (im Juli 7,5° in 72°, 5° in 74° n. B.) teilt sich im Norden und sendet den einen Arm nach Spitzbergen (2,5° in 70° n. B.), den anderen ins Eismeer nach den Küsten Sibiriens, wo von Middendorff das Meer im Tainsyr-Busen völlig eisfrei fand, und Wrangel im Osten Neu-Sibiriens im Juli die Durchschnitts-Temperatur des Meeres zu 3° bestimmte.

Der nördlich von Kanin zur Westküste Nowaja-Semlas gehende Strom zeigt bei der Insel Kalgniew im Juli noch 10° warmes Wasser und verrät durch seinen hohen Salzgehalt und die dunkelblaue Färbung noch das Golfstromwasser. Die rechte Seite grenzt hier an entgegengesetzt fließendes Wasser, eine Driftströmung, die, je nach der Stärke des Windes, bedeutender oder geringer ist; bei entgegengesetzt wehenden Winden kann sie auch ganz gehemmt werden. Sie ist schwach, kann aber auf eine Seemeile in der Stunde anwachsen.

(Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat November 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Verteilung der veränderlichen Sterne am Himmel

Es war schon frühzeitig aufgefallen, daß die neuen Sterne, welche plötzlich aufleuchten und nach kurzer Zeit wieder unsichtbar werden oder nur so schwach weiter leuchten, daß zu ihrer Beobachtung die größten Fernrohre nötig werden, sich nach der Milchstraße zu zusammendrängen. Die Frage ist nun von größtem Interesse, wie sich die den neuen Sternen verwandten veränderlichen Sterne am Himmel verteilen. Ernst Zinner hat hierüber in den A. N. 4538 Untersuchungen angestellt, indem er die im Katalog von Hartwig für 1912 enthaltenen 1234 Sterne, von denen 668 am nördlichen und 566 am südlichen Himmel vorkommen, in Planigloben, die der stereographischen Projektion des Himmels entsprechen, einzeichnete und mit der Lage der Milchstraße verglich. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß die veränderlichen Sterne weit häufiger in der Milchstraße vorkommen als außerhalb und daß auch im Vergleich mit dem Vorkommen der Sterne also ihre relative Häufigkeit in der Milchstraße ein Maximum ist. Diese große Anhäufung im Milchstraßenring findet wohl durch die feinen Nebelmassen, die in der Milchstraße lagern, ihre naturgemäße Erklärung.

Breite, gerechnet vom Milchstraßenring aus	Anzahl der Veränderlichen	Relative Anzahl der veränderlichen Sterne	der gewöhnlichen Sterne
+ 90° bis + 70°	10	0,14	0,35
+ 70 - + 50	62	0,29	0,37
+ 50 - + 30	101	0,31	0,45
+ 30 - + 10	248	0,63	0,68
+ 10 - — 10	422	1,00	1,00
— 10 - — 30	238	0,60	0,77
— 30 - — 50	93	0,29	0,47
— 50 - — 70	43	0,20	0,41
— 70 - — 90	17	0,23	0,38

Für die Algolsterne und für die neuen Sterne ist die Abnahme mit wachsender Breite von der Milchstraße noch schneller als für die gewöhnlichen veränderlichen Sterne. Die Verteilung der Veränderlichen am Nordhimmel ähnelt der Verteilung der Sterne 1. bis 9. Gr., wie sie Stratonoff in seinem Atlas (Publ. de l'observatoire astr. et phys. de Taschkent No. 2 und 3) darstellt, wohingegen die Verteilung der Veränderlichen am Südhimmel von der der Sterne auf dem Stratonoffschen Atlas abweicht. Man kann daher wohl annehmen, daß die Gebiete von 4^h bis 8^h und 0° bis — 40° auf Veränderliche noch nicht genügend durchforscht sind, da eine verschiedene Verteilung derselben am Nord- und Südhimmel von vornherein unwahrscheinlich ist.

Die Sterne

Am 1. November abends 10 Uhr zieht sich das in matt silberner Farbe erglänzende Band der Milchstraße von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes.

Temperatur des Eispunktes, das Wasser des Stromes zeigt aber 26 bis 28° Wärme. Bei Neu-Fundland mißt das Wasser noch 20 bis 25°, während es an der Küste von Labrador 3° hat. Der Regel nach fließt das wärmste Wasser des Stromes an der Oberfläche oder doch nahe derselben. Nach der Tiefe zu fällt die Temperatur, obwohl sie noch immer wärmer als die des umgebenden Wassers ist. Den Grund des Ozeans scheint indeß das wärmste Wasser nirgends erreichen zu dürfen, überall liegt zwischen ihm und der festen Erdrinde eine Schicht kalten Wassers, die als schlechter Wärmeleiter dem Golfstrom seine Wärme erhält. Ohne diese Einrichtung würde dem westlichen Europa nichts von der jenen Gegenden entführten Wärme zu gute kommen, während sie so der norwegischen Küste unverhältnismäßig warme Winter verschafft, bei den Färoer- und Shetlands-Inseln das Meer stets eisfrei erhält und die Westküste Irlands um 2° wärmer macht als die Ostküste ist. Die irische Westküste genießt so in 52° n. B. eine Temperatur, wie sie sich an der Ostküste Nord-Amerikas erst im 38° ö. B. vorfindet. Der Golfstrom ist im Meridian von Island im Januar über 12° warm, während in derselben Breite zur nämlichen Zeit in Prag die Temperatur der Luft bis —25° sinkt. Das Nordcap hat noch an der Erwärmung Anteil, da Hammerfest fast nie eine tiefere Temperatur als 12 bis 14° bekommt, und Vardö hat im Januar —6°, während der Januar in Petersburg, 10° südlicher, —7,5° hat. Der Golfstrom zeigt nicht in seiner ganzen Breite die gleiche Temperatur; 65 Seemeilen von seinem linken Rande befindet sich die wärmste, 150 Seemeilen weiter nach rechts seine kälteste Strecke, die an der Oberfläche um 5 bis 6° kälter ist als die erstgenannte. Dazwischen und daneben fließen vertikal nebeneinander andere von relativ höherer und niedrigerer Temperatur; kältere vertikale Schichten (Arennen) neben Wassermengen wärmeren, aber die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Strecken übersteigt nie 3°. Dieses Wechseln von kalten und warmen vertikalen Schichten findet sich noch in 900 m Tiefe und zeigt sich bereits in der Florida-Straße. Von der amerikanischen Küste her steigt an der Westgrenze des Stromes die Temperatur plötzlich auf 10°, und zwar sowohl in der Tiefe wie auch an der Oberfläche. Weiter östlich schwankt sie dann in den verschiedenen Schichten, bis sie zu der Ostgrenze herabsinkt.

Ein Teil des Golfstromes wendet sich mit 30 bis 35 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden westlich von Madeira nach Süden, bespült den Westrand der Sahara und ist dort um 5° kühler als die benachbarten Wasser; er wendet sich aber unter 17 bis 5° n. B. wieder nach Westen, um zum Caraibischen Meere zu fließen. Das Wasser beschreibt somit einen Kreislauf, und innerhalb dieses ungeheuren Wirbels liegt das Sargassomeer, jenes riesige Tang- und Alpengebiet, das noch unablässig durch das vom Golfstrom an seiner Grenze abgesetzte Gras vermehrt wird. Ein zweiter Arm des Golfstromes ist nach der Meeresenge von Gibraltar gerichtet, ein dritter tritt in den Biscayschen Busen, ein vierter, der bedeutendste, die eigentliche Fortsetzung geht nach NO, umschließt die Färöer und nimmt seinen Weg zwischen Island und der norwegischen Küste, deren Klima er, wie schon gesagt, wesentlich mildert. Er geht zwischen dem Nordkap und der Bären-Insel hindurch, (im Juli 7,5° in 72°, 5° in 74° n. B.) teilt sich im Norden und sendet den einen Arm nach Spitzbergen (2,5° in 70° n. B.), den anderen ins Eismeer nach den Küsten Sibiriens, wo von Middendorff das Meer im Tainsyr-Busen völlig eisfrei fand, und Wrangel im Osten Neu-Sibiriens im Juli die Durchschnitts-Temperatur des Meeres zu 3° bestimmte.

Der nördlich von Kanin zur Westküste Nowaja-Semlas gehende Strom zeigt bei der Insel Kalgniew im Juli noch 10° warmes Wasser und verrät durch seinen hohen Salzgehalt und die dunkelblaue Färbung noch das Golfstromwasser. Die rechte Seite grenzt hier an entgegengesetzt fließendes Wasser, eine Driftströmung, die, je nach der Stärke des Windes, bedeutender oder geringer ist; bei entgegengesetzt wehenden Winden kann sie auch ganz gehemmt werden. Sie ist schwach, kann aber auf eine Seemeile in der Stunde anwachsen.

(Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat November 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Verteilung der veränderlichen Sterne am Himmel

Es war schon frühzeitig aufgefallen, daß die neuen Sterne, welche plötzlich aufleuchten und nach kurzer Zeit wieder unsichtbar werden oder nur so schwach weiter leuchten, daß zu ihrer Beobachtung die größten Fernrohre nötig werden, sich nach der Milchstraße zu zusammendrängen. Die Frage ist nun von größtem Interesse, wie sich die den neuen Sternen verwandten veränderlichen Sterne am Himmel verteilen. Ernst Zinner hat hierüber in den A. N. 4538 Untersuchungen angestellt, indem er die im Katalog von Hartwig für 1912 enthaltenen 1234 Sterne, von denen 668 am nördlichen und 566 am südlichen Himmel vorkommen, in Planigloben, die der stereographischen Projektion des Himmels entsprechen, einzeichnete und mit der Lage der Milchstraße verglich. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß die veränderlichen Sterne weit häufiger in der Milchstraße vorkommen als außerhalb und daß auch im Vergleich mit dem Vorkommen der Sterne also ihre relative Häufigkeit in der Milchstraße ein Maximum ist. Diese große Anhäufung im Milchstraßenring findet wohl durch die feinen Nebelmassen, die in der Milchstraße lagern, ihre naturgemäße Erklärung.

Breite, gerechnet vom Milchstraßenring aus	Anzahl der Veränderlichen	Relative Anzahl der veränderlichen Sterne	der gewöhnlichen Sterne
+ 90° bis + 70°	10	0,14	0,35
+ 70 - + 50	62	0,29	0,37
+ 50 - + 30	101	0,31	0,45
+ 30 - + 10	248	0,63	0,68
+ 10 - — 10	422	1,00	1,00
— 10 - — 30	238	0,60	0,77
— 30 - — 50	93	0,29	0,47
— 50 - — 70	43	0,20	0,41
— 70 - — 90	17	0,23	0,38

Für die Algolsterne und für die neuen Sterne ist die Abnahme mit wachsender Breite von der Milchstraße noch schneller als für die gewöhnlichen veränderlichen Sterne. Die Verteilung der Veränderlichen am Nordhimmel ähnelt der Verteilung der Sterne 1. bis 9. Gr., wie sie Stratonoff in seinem Atlas (Publ. de l'observatoire astr. et phys. de Taschkent No. 2 und 3) darstellt, wohingegen die Verteilung der Veränderlichen am Südhimmel von der der Sterne auf dem Stratonoffschen Atlas abweicht. Man kann daher wohl annehmen, daß die Gebiete von 4^h bis 8^h und 0° bis —40° auf Veränderliche noch nicht genügend durchforscht sind, da eine verschiedene Verteilung derselben am Nord- und Südhimmel von vornherein unwahrscheinlich ist.

Die Sterne

Am 1. November abends 10 Uhr zieht sich das in matt silberner Farbe erglänzende Band der Milchstraße von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes.

Temperatur des Eispunktes, das Wasser des Stromes zeigt aber 26 bis 28° Wärme. Bei Neu-Fundland mißt das Wasser noch 20 bis 25°, während es an der Küste von Labrador 3° hat. Der Regel nach fließt das wärmste Wasser des Stromes an der Oberfläche oder doch nahe derselben. Nach der Tiefe zu fällt die Temperatur, obwohl sie noch immer wärmer als die des umgebenden Wassers ist. Den Grund des Ozeans scheint indeß das wärmste Wasser nirgends erreichen zu dürfen, überall liegt zwischen ihm und der festen Erdrinde eine Schicht kalten Wassers, die als schlechter Wärmeleiter dem Golfstrom seine Wärme erhält. Ohne diese Einrichtung würde dem westlichen Europa nichts von der jenen Gegenden entführten Wärme zu gute kommen, während sie so der norwegischen Küste unverhältnismäßig warme Winter verschafft, bei den Färoer- und Shetlands-Inseln das Meer stets eisfrei erhält und die Westküste Irlands um 2° wärmer macht als die Ostküste ist. Die irische Westküste genießt so in 52° n. B. eine Temperatur, wie sie sich an der Ostküste Nord-Amerikas erst im 38° ö. B. vorfindet. Der Golfstrom ist im Meridian von Island im Januar über 12° warm, während in derselben Breite zur nämlichen Zeit in Prag die Temperatur der Luft bis —25° sinkt. Das Nordcap hat noch an der Erwärmung Anteil, da Hammerfest fast nie eine tiefere Temperatur als 12 bis 14° bekommt, und Vardö hat im Januar —6°, während der Januar in Petersburg, 10° südlicher, —7,5° hat. Der Golfstrom zeigt nicht in seiner ganzen Breite die gleiche Temperatur; 65 Seemeilen von seinem linken Rande befindet sich die wärmste, 150 Seemeilen weiter nach rechts seine kälteste Strecke, die an der Oberfläche um 5 bis 6° kälter ist als die erstgenannte. Dazwischen und daneben fließen vertikal nebeneinander andere von relativ höherer und niedrigerer Temperatur; kältere vertikale Schichten (Arennen) neben Wassermengen wärmeren, aber die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Strecken übersteigt nie 3°. Dieses Wechseln von kalten und warmen vertikalen Schichten findet sich noch in 900 m Tiefe und zeigt sich bereits in der Florida-Straße. Von der amerikanischen Küste her steigt an der Westgrenze des Stromes die Temperatur plötzlich auf 10°, und zwar sowohl in der Tiefe wie auch an der Oberfläche. Weiter östlich schwankt sie dann in den verschiedenen Schichten, bis sie zu der Ostgrenze herabsinkt.

Ein Teil des Golfstromes wendet sich mit 30 bis 35 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden westlich von Madeira nach Süden, bespült den Westrand der Sahara und ist dort um 5° kühler als die benachbarten Wasser; er wendet sich aber unter 17 bis 5° n. B. wieder nach Westen, um zum Caraibischen Meere zu fließen. Das Wasser beschreibt somit einen Kreislauf, und innerhalb dieses ungeheuren Wirbels liegt das Sargassomeer, jenes riesige Tang- und Alpengebiet, das noch unablässig durch das vom Golfstrom an seiner Grenze abgesetzte Gras vermehrt wird. Ein zweiter Arm des Golfstromes ist nach der Meeresenge von Gibraltar gerichtet, ein dritter tritt in den Biscayschen Busen, ein vierter, der bedeutendste, die eigentliche Fortsetzung geht nach NO, umschließt die Färöer und nimmt seinen Weg zwischen Island und der norwegischen Küste, deren Klima er, wie schon gesagt, wesentlich mildert. Er geht zwischen dem Nordkap und der Bären-Insel hindurch, (im Juli 7,5° in 72°, 5° in 74° n. B.) teilt sich im Norden und sendet den einen Arm nach Spitzbergen (2,5° in 70° n. B.), den anderen ins Eismeer nach den Küsten Sibiriens, wo von Middendorff das Meer im Tainsyr-Busen völlig eisfrei fand, und Wrangel im Osten Neu-Sibiriens im Juli die Durchschnitts-Temperatur des Meeres zu 3° bestimmte.

Der nördlich von Kanin zur Westküste Nowaja-Semlas gehende Strom zeigt bei der Insel Kalgniew im Juli noch 10° warmes Wasser und verrät durch seinen hohen Salzgehalt und die dunkelblaue Färbung noch das Golfstromwasser. Die rechte Seite grenzt hier an entgegengesetzt fließendes Wasser, eine Driftströmung, die, je nach der Stärke des Windes, bedeutender oder geringer ist; bei entgegengesetzt wehenden Winden kann sie auch ganz gehemmt werden. Sie ist schwach, kann aber auf eine Seemeile in der Stunde anwachsen.

(Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat November 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Verteilung der veränderlichen Sterne am Himmel

Es war schon frühzeitig aufgefallen, daß die neuen Sterne, welche plötzlich aufleuchten und nach kurzer Zeit wieder unsichtbar werden oder nur so schwach weiter leuchten, daß zu ihrer Beobachtung die größten Fernrohre nötig werden, sich nach der Milchstraße zu zusammendrängen. Die Frage ist nun von größtem Interesse, wie sich die den neuen Sternen verwandten veränderlichen Sterne am Himmel verteilen. Ernst Zinner hat hierüber in den A. N. 4538 Untersuchungen angestellt, indem er die im Katalog von Hartwig für 1912 enthaltenen 1234 Sterne, von denen 668 am nördlichen und 566 am südlichen Himmel vorkommen, in Planigloben, die der stereographischen Projektion des Himmels entsprechen, einzeichnete und mit der Lage der Milchstraße verglich. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß die veränderlichen Sterne weit häufiger in der Milchstraße vorkommen als außerhalb und daß auch im Vergleich mit dem Vorkommen der Sterne also ihre relative Häufigkeit in der Milchstraße ein Maximum ist. Diese große Anhäufung im Milchstraßenring findet wohl durch die feinen Nebelmassen, die in der Milchstraße lagern, ihre naturgemäße Erklärung.

Breite, gerechnet vom Milchstraßenring aus	Anzahl der Veränderlichen	Relative der veränderlichen Sterne	Anzahl der gewöhnlichen Sterne
+ 90° bis + 70°	10	0,14	0,35
+ 70 - + 50	62	0,29	0,37
+ 50 - + 30	101	0,31	0,45
+ 30 - + 10	248	0,63	0,68
+ 10 - — 10	422	1,00	1,00
— 10 - — 30	238	0,60	0,77
— 30 - — 50	93	0,29	0,47
— 50 - — 70	43	0,20	0,41
— 70 - — 90	17	0,23	0,38

Für die Algolsterne und für die neuen Sterne ist die Abnahme mit wachsender Breite von der Milchstraße noch schneller als für die gewöhnlichen veränderlichen Sterne. Die Verteilung der Veränderlichen am Nordhimmel ähnelt der Verteilung der Sterne 1. bis 9. Gr., wie sie Stratonoff in seinem Atlas (Publ. de l'observatoire astr. et phys. de Taschkent No. 2 und 3) darstellt, wohingegen die Verteilung der Veränderlichen am Südhimmel von der der Sterne auf dem Stratonoffschen Atlas abweicht. Man kann daher wohl annehmen, daß die Gebiete von 4^h bis 8^h und 0° bis —40° auf Veränderliche noch nicht genügend durchforscht sind, da eine verschiedene Verteilung derselben am Nord- und Südhimmel von vornherein unwahrscheinlich ist.

Die Sterne

Am 1. November abends 10 Uhr zieht sich das in matt silberner Farbe erglänzende Band der Milchstraße von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes.

Temperatur des Eispunktes, das Wasser des Stromes zeigt aber 26 bis 28° Wärme. Bei Neu-Fundland mißt das Wasser noch 20 bis 25°, während es an der Küste von Labrador 3° hat. Der Regel nach fließt das wärmste Wasser des Stromes an der Oberfläche oder doch nahe derselben. Nach der Tiefe zu fällt die Temperatur, obwohl sie noch immer wärmer als die des umgebenden Wassers ist. Den Grund des Ozeans scheint indeß das wärmste Wasser nirgends erreichen zu dürfen, überall liegt zwischen ihm und der festen Erdrinde eine Schicht kalten Wassers, die als schlechter Wärmeleiter dem Golfstrom seine Wärme erhält. Ohne diese Einrichtung würde dem westlichen Europa nichts von der jenen Gegenden entführten Wärme zu gute kommen, während sie so der norwegischen Küste unverhältnismäßig warme Winter verschafft, bei den Färoer- und Shetlands-Inseln das Meer stets eisfrei erhält und die Westküste Irlands um 2° wärmer macht als die Ostküste ist. Die irische Westküste genießt so in 52° n. B. eine Temperatur, wie sie sich an der Ostküste Nord-Amerikas erst im 38° ö. B. vorfindet. Der Golfstrom ist im Meridian von Island im Januar über 12° warm, während in derselben Breite zur nämlichen Zeit in Prag die Temperatur der Luft bis —25° sinkt. Das Nordcap hat noch an der Erwärmung Anteil, da Hammerfest fast nie eine tiefere Temperatur als 12 bis 14° bekommt, und Vardö hat im Januar —6°, während der Januar in Petersburg, 10° südlicher, —7,5° hat. Der Golfstrom zeigt nicht in seiner ganzen Breite die gleiche Temperatur; 65 Seemeilen von seinem linken Rande befindet sich die wärmste, 150 Seemeilen weiter nach rechts seine kälteste Strecke, die an der Oberfläche um 5 bis 6° kälter ist als die erstgenannte. Dazwischen und daneben fließen vertikal nebeneinander andere von relativ höherer und niedrigerer Temperatur; kältere vertikale Schichten (Arennen) neben Wassermengen wärmeren, aber die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Strecken übersteigt nie 3°. Dieses Wechseln von kalten und warmen vertikalen Schichten findet sich noch in 900 m Tiefe und zeigt sich bereits in der Florida-Straße. Von der amerikanischen Küste her steigt an der Westgrenze des Stromes die Temperatur plötzlich auf 10°, und zwar sowohl in der Tiefe wie auch an der Oberfläche. Weiter östlich schwankt sie dann in den verschiedenen Schichten, bis sie zu der Ostgrenze herabsinkt.

Ein Teil des Golfstromes wendet sich mit 30 bis 35 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden westlich von Madeira nach Süden, bespült den Westrand der Sahara und ist dort um 5° kühler als die benachbarten Wasser; er wendet sich aber unter 17 bis 5° n. B. wieder nach Westen, um zum Caraibischen Meere zu fließen. Das Wasser beschreibt somit einen Kreislauf, und innerhalb dieses ungeheuren Wirbels liegt das Sargassomeer, jenes riesige Tang- und Alpengebiet, das noch unablässig durch das vom Golfstrom an seiner Grenze abgesetzte Gras vermehrt wird. Ein zweiter Arm des Golfstromes ist nach der Meeresenge von Gibraltar gerichtet, ein dritter tritt in den Biscayschen Busen, ein vierter, der bedeutendste, die eigentliche Fortsetzung geht nach NO, umschließt die Färöer und nimmt seinen Weg zwischen Island und der norwegischen Küste, deren Klima er, wie schon gesagt, wesentlich mildert. Er geht zwischen dem Nordkap und der Bären-Insel hindurch, (im Juli 7,5° in 72°, 5° in 74° n. B.) teilt sich im Norden und sendet den einen Arm nach Spitzbergen (2,5° in 70° n. B.), den anderen ins Eismeer nach den Küsten Sibiriens, wo von Middendorff das Meer im Tainsyr-Busen völlig eisfrei fand, und Wrangel im Osten Neu-Sibiriens im Juli die Durchschnitts-Temperatur des Meeres zu 3° bestimmte.

Der nördlich von Kanin zur Westküste Nowaja-Semlas gehende Strom zeigt bei der Insel Kalgniew im Juli noch 10° warmes Wasser und verrät durch seinen hohen Salzgehalt und die dunkelblaue Färbung noch das Golfstromwasser. Die rechte Seite grenzt hier an entgegengesetzt fließendes Wasser, eine Driftströmung, die, je nach der Stärke des Windes, bedeutender oder geringer ist; bei entgegengesetzt wehenden Winden kann sie auch ganz gehemmt werden. Sie ist schwach, kann aber auf eine Seemeile in der Stunde anwachsen.

(Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat November 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Verteilung der veränderlichen Sterne am Himmel

Es war schon frühzeitig aufgefallen, daß die neuen Sterne, welche plötzlich aufleuchten und nach kurzer Zeit wieder unsichtbar werden oder nur so schwach weiter leuchten, daß zu ihrer Beobachtung die größten Fernrohre nötig werden, sich nach der Milchstraße zu zusammendrängen. Die Frage ist nun von größtem Interesse, wie sich die den neuen Sternen verwandten veränderlichen Sterne am Himmel verteilen. Ernst Zinner hat hierüber in den A. N. 4538 Untersuchungen angestellt, indem er die im Katalog von Hartwig für 1912 enthaltenen 1234 Sterne, von denen 668 am nördlichen und 566 am südlichen Himmel vorkommen, in Planigloben, die der stereographischen Projektion des Himmels entsprechen, einzeichnete und mit der Lage der Milchstraße verglich. Aus folgender Tabelle geht hervor, daß die veränderlichen Sterne weit häufiger in der Milchstraße vorkommen als außerhalb und daß auch im Vergleich mit dem Vorkommen der Sterne also ihre relative Häufigkeit in der Milchstraße ein Maximum ist. Diese große Anhäufung im Milchstraßenring findet wohl durch die feinen Nebelmassen, die in der Milchstraße lagern, ihre naturgemäße Erklärung.

Breite, gerechnet vom Milchstraßenring aus	Anzahl der Veränderlichen	Relative Anzahl der veränderlichen Sterne	der gewöhnlichen Sterne
+ 90° bis + 70°	10	0,14	0,35
+ 70 - + 50	62	0,29	0,37
+ 50 - + 30	101	0,31	0,45
+ 30 - + 10	248	0,63	0,68
+ 10 - — 10	422	1,00	1,00
— 10 - — 30	238	0,60	0,77
— 30 - — 50	93	0,29	0,47
— 50 - — 70	43	0,20	0,41
— 70 - — 90	17	0,23	0,38

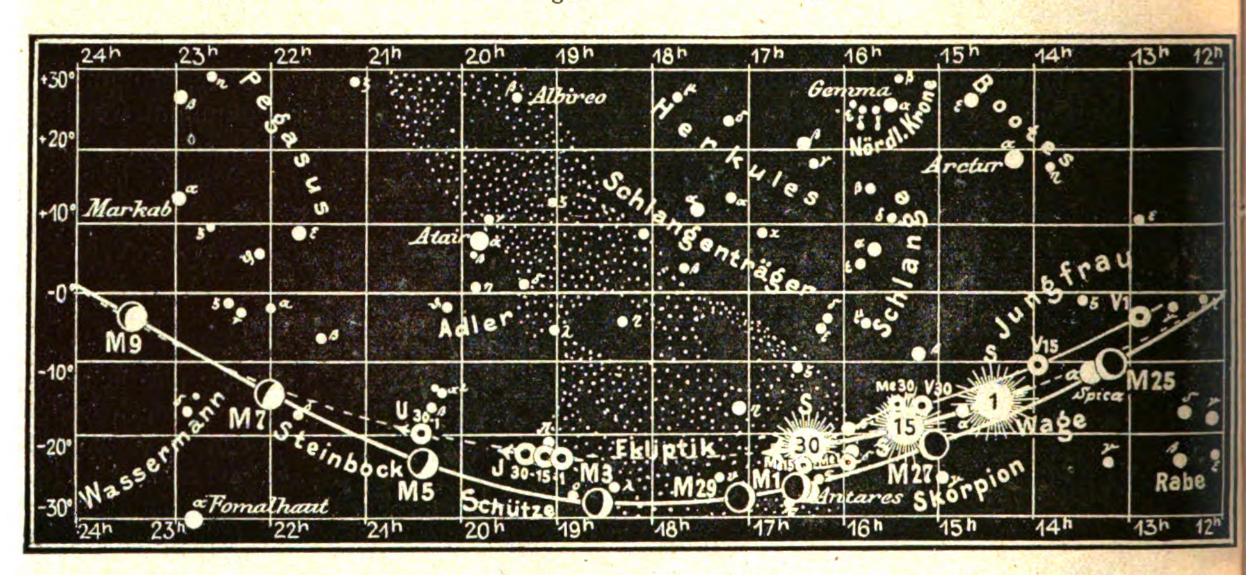
Für die Algolsterne und für die neuen Sterne ist die Abnahme mit wachsender Breite von der Milchstraße noch schneller als für die gewöhnlichen veränderlichen Sterne. Die Verteilung der Veränderlichen am Nordhimmel ähnelt der Verteilung der Sterne 1. bis 9. Gr., wie sie Stratonoff in seinem Atlas (Publ. de l'observatoire astr. et phys. de Taschkent No. 2 und 3) darstellt, wohingegen die Verteilung der Veränderlichen am Südhimmel von der der Sterne auf dem Stratonoffschen Atlas abweicht. Man kann daher wohl annehmen, daß die Gebiete von 4^h bis 8^h und 0° bis —40° auf Veränderliche noch nicht genügend durchforscht sind, da eine verschiedene Verteilung derselben am Nord- und Südhimmel von vornherein unwahrscheinlich ist.

Die Sterne

Am 1. November abends 10 Uhr zieht sich das in matt silberner Farbe erglänzende Band der Milchstraße von Osten durch den Zenit hinüber zum Westpunkt des Horizontes.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Das schöne Sternbild des Orion ist um diese Zeit bereits aufgegangen und lagert neben den Zwillingen tief unten am Osthorizont. Über ihnen finden wir an den Seiten der Milchstraße den Fuhrmann mit der Capella sowie den Stier mit den Plejaden und in der Milchstraße selbst das Sternbild des Perseus mit dem Veränderlichen Algol. Im Zenit thront die Kassiopeja. Von ihr aus gelangen wir durch das Sternbild der Andromeda, welches den bekannten Andromedanebel enthält, zwischen Widder und Pegasus, dem Walfisch und den Fischen hindurch zum Südpunkt.

Die Entfaltung des Leonidensternschnuppenschwarmes, der in den Tagen vom 14. bis 16. November zu erwarten ist, wird in diesem Jahre sehr ungünstig zu beobachten sein, da wir vom 13. zum 14. November Vollmond haben. Der Radiationspunkt liegt bei dem Sterne γ im Löwen und steigt erst um 11 Uhr über den Horizont. (Vergl. unsere früheren Mitteilungen über die Leoniden „Weltall“ Jg. I, S. 27; II, S. 44; III, S. 99; IV, S. 326.)

Der Lauf von Sonne und Mond

Die **Sonne** (Feld $14^1/_2{}^h$ bis $16^1/_2{}^h$) steht am 1. November nur noch $9^1/_2$ Stunden, am 30. sogar nur noch 8 Stunden über dem Horizonte. Ihr Nachtbogen ist also doppelt so groß als der Tagesbogen. Die Mittagshöhe sinkt von 23° auf 16°, wie aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen ist.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
November 1.	— 14° 19′	7^h 3^m morgens	4^h 36^m nachm.	23°
- 15.	— 18° 24′	7^h 29^m -	4^h 12^m -	19°
- 30.	— 21° 36′	7^h 54^m -	3^h 55^m -	16°

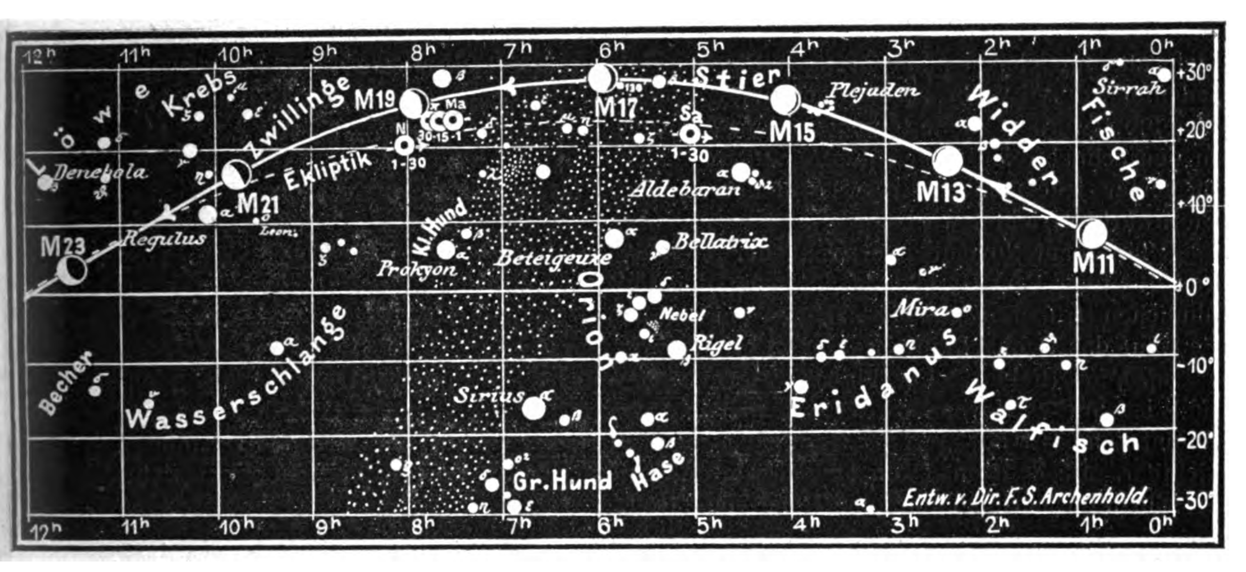
Der **Mond** ist mit seinen Phasengestalten von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten 1a und 1b eingetragen. Die Örter gelten für die Mitternachtszeit. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel:	Nov. 5. $7^1/_2{}^h$ abends.	**Letztes Viertel:** Nov. 21. 9^h morgens.
Vollmond:	- 13./14. mitternachts.	**Neumond:** - 28. $2^1/_2{}^h$ nachts.



für den Monat November 1913

Fig 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Im Monat November ist in Berlin eine Sternbedeckung zu beobachten.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win-kel	Austritt M. E. Z.	Win-kel	Bemerkung
Novbr. 16	136 Tauri	4,7	$5^h\ 48^m$	+ 27° 36′	$6^h\ 58^m,3$ abends	115°	$7^h\ 42^m,9$ abends	230	Mondaufgang $5^h\ 10^m$ abends

Die Planeten

Merkur (Feld 16^h bis $16^1/_2{}^h$ bis $15^1/_2$) kommt am 23. November in Konjunktion mit der Sonne, nachdem er am 2. in größter östlicher Elongation gestanden hat. Er wird Mitte November rückläufig und behält diese Bewegung bis anfangs Dezember bei. Er ist Ende November $^1/_2$ Stunde lang am Morgenhimmel im Südosten sichtbar. Seine Entfernung, die am 1. des Monats 154 Millionen km beträgt, nimmt weiter bis auf 114 Millionen km ab. Dementsprechend wächst der Durchmesser von 6″,5 auf 9″,7 an.

Venus (Feld 13^h bis $15^1/_4{}^h$) kommt der Sonne immer näher und ist Ende des Monats nur noch wenig über eine Stunde lang am Morgenhimmel zu sehen. Am 26. steht sie in der Nähe der ganz schmalen Sichel des abnehmenden Mondes. Ihr Durchmesser, der am 1. November 11″,2 beträgt, ist am 30. nur noch 10″,5 groß, da ihre Entfernung von 223 auf 239 Millionen km zunimmt.

Mars (Feld $7^1/_2{}^h$ bis $7^3/_4{}^h$) kommt Ende November scheinbar zum Stillstande, um dann die rückläufige Bewegung anzunehmen. Er befindet sich am 1. November in einer Entfernung von 135, am 30. des Monats von 107 Millionen km von der Erde. Sein Durchmesser vergrößert sich von 10″,4 auf 13″,0. Er ist Ende des Monats $11^3/_4$ Stunden lang sichtbar und erscheint dem bloßen Auge in auffallend rotem Lichte, das hauptsächlich von den mehr gelblichen und rötlichen Gegenden, den sogenannten Kontinenten, auf der nördlichen Halbkugel herrührt. Die neuen Photographien des Mars lassen deutlich eine weiße Polarkappe erkennen, welche zweifelsohne aus einer gefrorenen Flüssigkeit besteht und aller Wahrscheinlichkeit nach Eis ist. Wegen der geringen Dichte der Marsatmosphäre kann ihr Gehalt an Wasserdampf nur sehr unbedeutend sein. Besonders interessant ist das systematische Sichtbarwerden der Kanäle bei dem jeweiligen

Fortschmelzen der Polarkappen, wenn die Sonne für die Polargegenden der betreffenden Marshälfte höher steigt; also mit anderen Worten: wenn es dem Sommer zugeht. Das verschiedene Aussehen der sogenannten Kanäle in den mittleren und großen Fernrohren hat neuerdings zu der Annahme geführt, daß sie nicht gradlinige Gebilde sind, sondern sich aus ungleichen punktförmigen Flecken zusammensetzen. Diese offene Frage wird jedenfalls durch Verbesserung der photographischen Methoden einer endgültigen Lösung zugeführt werden können, insbesondere wenn, wie ich schon vor zehn Jahren vorschlug, in den schneefreien Höhen der Äquatorgegenden, z. B. am Kilimandscharo, wo der Mars in seiner jedesmaligen Erdnähe in der Nähe des Zenits beobachtet werden kann, eine Sternwarte errichtet wird.

Im Monat November erreicht der Mars diesmal ausnahmsweise die günstige Höhe von 61° über dem Horizont, sodaß sein Bild in dem großen Treptower Fernrohr, wie in ähnlichen früheren günstigen Lagen ein deutliches sein wird. Er wird daher auch zur Zeit auf das Beobachtungsprogramm gesetzt werden.

Jupiter (Feld 19^h bis $19^1/_2{}^h$) entfernt sich von der Erde um weitere 52 Millionen km und ist am 30. November 874 Millionen km von ihr entfernt. Sein Polardurchmesser nimmt von 33″,1 auf 31″,2 ab. Ende des Monats ist der Planet nur noch $1^1/_2$ Stunden lang sichtbar. Da er ebenso weit südlich wie der Mars nördlich vom Äquator steht, so erreicht er selbst im Meridian nur eine Höhe von $14^1/_2{}^0$.

Saturn (Feld 5^h) geht jetzt immer früher auf und ist von Mitte des Monats an während der ganzen Nacht zu beobachten. Seine Entfernung nimmt von 1232 auf 1204 Millionen km ab, sein Polardurchmesser von 18″,7 auf 19″,1 zu. Da seine Deklination zu Anfang des Monats noch + 21° beträgt, so sehen wir ihn im Meridian in der beträchtlichen Höhe von $58^1/_2{}^0$. Sein Ring ist jetzt schon weit geöffnet und wird noch bis zum Dezember immer günstiger sichtbar. Saturn wird daher in den bevorstehenden Monaten als eins der günstigsten Beobachtungsobjekte allabendlich mit dem großen Treptower Fernrohr gezeigt werden.

Uranus (Feld $20^1/_2{}^h$) ist am Ende des Monats über 3000 Millionen km von der Erde entfernt. Wegen seiner tiefen Deklination und seiner Sonnennähe ist er nur schwer am Abendhimmel aufzufinden.

Neptun (Feld 8^h) nähert sich im November der Erde um 67 Millionen km und kann in großen Fernrohren wegen seiner günstigen Stellung während des ganzen Monats gut beobachtet werden.

Bemerkenswerte Konstellationen:

November	1.	4^h morgens.	Merkur in Konjunktion mit δ Scorpii. Merkur 0° 51′ südlich von δ Scorpii.
-	2.	10^h -	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
-	9.	5^h nachm.	Merkur in Konjunktion mit Antares. Merkur 2° 0′ nördlich von Antares.
-	16.	1^h nachts.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
-	18.	8^h abends.	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
-	23.	6^h morgens.	Merkur in unterer Konjunktion mit der Sonne.
-	26.	8^h abends.	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
-	27.	mittags.	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Ein kosmischer Staubeinbruch? Die große optische Störung in der Erdatmosphäre, über die wir Jg. 13, Seite 266, berichteten, vermochte Prof. Hellmann auf einen Ausbruch des Vulkans Katmai auf den Aleuten zurückzuführen. Zur Zeit des Ausbruches befand sich die deutsche antarktische Expedition im Südpolargebiete, und Dr. Barkow, einer ihrer Teilnehmer, beobachtete zu derselben Zeit eine atmosphärische Störung in der Antarktis, worüber er in der „Meteorologischen Zeitschrift“ 1913 H. 7 berichtet. „Die Gleichzeitigkeit der Störung im Norden und im Süden macht es recht unwahrscheinlich, daß diese Störung auf rein tellurischen Ursprung zurückzuführen ist.

Vielmehr dürften wir es mit einem Einbruch kosmischen Staubes zu tun gehabt haben, der zeitlich annähernd mit den bekannten großen Vulkanausbrüchen zusammenfiel, die für Nordamerika und Europa die Intensität der Störung erhöhten." Als Dr. Barkow die Störungen zuerst beobachtete, zeigten sich sehr hohe Cirruswolken in Form eines feinen Geflechts. Die Mittagsbreite war am 15. Juni 70° 24' S; daher ergibt sich die Tiefe der Sonne unter dem Horizont um 3 p,5 um welche Zeit die Cirrusbeleuchtung endigte, zu 8°,9. Berücksichtigt man die atmosphärische Refraktion nicht und nimmt an, daß die rote Beleuchtung der Cirruswolken auf direkte Bestrahlung von der Sonne her zurückzuführen ist, so mußten die Cirri in mindestens 20 km Höhe schweben. Ihre Bewegung ließ eine starke Westkomponente erkennen. „Am 8. bis 10. Juli zeigte zum ersten Male das Purpurlicht eine halbringförmige Gestalt. Die Färbung war sehr intensiv braunrot statt des normalen Purpurs; der Halbring umschloß eine glänzend gelbe Fläche. Dann wurden die Erscheinungen zum mindesten sehr viel schwächer. Am 9. August tauchten von neuem die sehr hohen Cirri auf und es entwickelte sich wieder ein ringförmiges Purpurlicht. In der ersten Hälfte des September traten wieder Erscheinungen auf, die auf eine schwache Wiederkehr der Störung schließen ließen." Die Dämmerungserscheinungen brachten für den Südpolarhimmel eine starke Aufhellung, die so stark war, daß man mitten im Winter zur Mittagszeit einige Stunden lesen und die Drachenaufstiege zu jener Zeit ohne jede künstliche Beleuchtung ausführen konnte.

Der Charakter der Sommerregen in Norddeutschland. In den „Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss.", physik.-math. Klasse Nr. 18, veröffentlicht G. Hellmann eine umfangreiche Arbeit, die sich auf die zehnjährigen Registrierungen des Regenfalles an 8 Stationen des norddeutschen Tieflandes und 2 Gebirgsstationen, der Schneekoppe und dem Brocken, stützt. Da die Registrierapparate nur für Regenfälle funktionierten, konnten auch nur die Sommermonate für die Arbeit in Betracht kommen. Aus den zahlreichen Ergebnissen dieser Arbeit seien hier die wichtigsten hervorgehoben. An 32 % aller Regentage trat nur ein Regenfall am Tage ein, an 22,4 % deren zwei, an 15,7 % deren drei, an 11 % deren vier, an 7,2 % deren fünf usw. Dabei haben 31,2 % aller Regenfälle eine Dauer von 1 bis 15 Minuten, 21,3 % eine solche von 16 bis 30 Minuten, 11,1 % eine Dauer von 31 bis 45 Minuten und 8,1 % von 46 bis 60 Minuten. 71,7 % entfallen also auf die Dauer bis zu einer Stunde. Man erkennt aus diesen Zahlen, daß die Dauer der Regenfälle meist überschätzt wird. Regenfälle von mehr als 6stündiger Dauer sind schon selten. Nur 2 % aller Regen sind so lang. Andere Zahlen ergeben sich natürlich für die Gesamtdauer des Regens an einem Regentage. An 16,9 % aller Regentage beträgt die Regendauer bis zu einer halben Stunde, an 14 % eine halbe bis eine Stunde, an 20 % 1 bis 2 Stunden, so daß rund die Hälfte aller Regentage eine Regendauer bis zu 2 Stunden hat.

Die mittlere Dauer eines Regens (Mai bis September) beträgt zu Memel 2,9, Schivelbein 2,8, Putbus 3, Schwerin 2,7, Westerland auf Sylt 2,8, Lennep 3,6, Von der Heydt-Grube 3, Gießen 2,3, Nürnberg 2,9, Wien 3, Sarajewo 2,7, Mostar 2,4, Potsdam 2,5, Basel 3,1 Stunden. Auf dem Plateau des bergischen Landes mit rund 350 m Seehöhe, wo Lennep liegt, fallen die häufigsten und stärksten Regenfälle in Norddeutschland (Jahresmittel 1270 mm). Betrachtet man die tägliche Periode der Regenhäufigkeit, so treten 2 Typen, der ozeanische mit einem Regenmaximum in der Nacht, und der kontinentale mit einem Maximum am Tage in die Erscheinung. An den binnenländischen Stationen regnet es in den Vormittagsstunden von 8 bis 10 Uhr am seltensten, und die Regenwahrscheinlichkeit wächst bis 3 Uhr nachmittags. Ein zweites schwaches Minimum zeigt sich um Mitternacht und ein sekundäres Minimum zwischen 4 und 6 Uhr morgens. Westerland auf Sylt zeigt den ozeanischen Typus am reinsten, wo einem Regenmaximum zwischen 4 und 5 Uhr morgens ein tiefes Minimum zwischen 2 und 4 Uhr nachmittags gegenübersteht. Das kommt daher, weil die Platzregen und die gewitterartigen Regenfälle, die auf dem Binnenlande gerade um diese Tageszeit am häufigsten sind, dort am seltensten auftreten.

Bücherschau

Alt, Eugen, Das Klima. 12. Bd. der Bücher der Naturwissenschaft, herausgegeben von Prof. Dr. Siegmund Günther. Leipzig, Ph. Reclam jun. 1912. 8°. 136 S. 3 Tafeln. Geb. 0,80 Mk.

Gute, wirklich volkstümliche Werke über die Wetter- und Klimakunde, die allen Anforderungen an strenge Wissenschaftlichkeit genügen, gibt es tatsächlich nur sehr wenige, und die guten Bücher dieser Art pflegen nicht ins Volk hineinzudringen, weil sich jeder mehr oder weniger als Sachverständiger auf diesem schwierigen Gebiete fühlt, das ihn ja sozusagen alle Tage begleitet. Dabei ist die Meteorologie eine der diffizilsten Naturwissenschaften, deren Be-

herrschung einen umfangreichen Apparat von Hilfswissenschaften erfordert. Das vorliegende Bändchen begrüßen wir als ein gutes Werk; es trägt die wichtigsten Sätze der Wetter- und Klimakunde klar und verständlich vor und verdient namentlich angesichts seiner großen Wohlfeilheit weiteste Verbreitung. L

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Einstein, Albert, und Großmann, Marcel, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. 8°. 38 S., Leipzig, B. G. Teubner. 1913. Geh. M. 1,20.

Ittlinger, J., Handbuch des Alpinismus. 8°. 217 S. Mit zahlreichen Abbildungen. Leipzig, Grethlein & Co., G. m. b. H.

Ettlinger, Max, Der Streit um die rechnenden Pferde. Sammlung Natur und Kultur Nr. 6. 8°. 53 S. München, Verlag Natur und Kultur.

Briefkasten

Frage **F. M.,** Berlin: „Sehr geehrter Herr Doktor! Mit Gegenwärtigem gestatte ich mir, Ihre Gefälligkeit in Anspruch zu nehmen, indem ich Sie höflich bitte, mir darüber Auskunft erteilen zu wollen, ob es tatsächlich möglich ist, auf Grund der astrologischen Wissenschaft Vergangenheit und Zukunft eines jeden Menschen zu klären. In den meisten deutschen Tageszeitungen sowie Zeitschriften erscheinen des öfteren riesengroße Annoncen, von denen ich eine hier zu Ihrer gefl. Bedienung mit der Bitte um Rückgabe beifüge, nach denen ein Herr Roservy, London, und ein Herr C. B. Vauce, Paris, Vergangenheit und Zukunft einer jeden Person, die an diese Herren schreiben, aufs genaueste schildern wollen. Ich habe an meiner Anfrage ein sehr großes Interesse und wäre Ihnen sehr verbunden, wenn Sie mir hierüber frdl. Auskunft erteilen würden."

Antwort: „Selbstverständlich ist es ausgeschlossen, Vergangenheit und Zukunft aus den Sternen abzulesen. Eine astrologische „Wissenschaft" verdient den Namen Wissenschaft überhaupt nicht. Inserate, wie das erwähnte, spekulieren nur auf das große Heer derjenigen, die nicht alle werden. In unserm „Weltall" sind schon einige aufklärende Aufsätze über dieses Thema erschienen und in allernächster Zeit wird gerade wieder ein Artikel gebracht werden, der dartut, daß das in früheren Zeiten gestellte Horoskop einer Fürstin zu Anhalt falsch war. Durch gütiges Entgegenkommen des Anhaltischen Haus- und Staatsarchivs ist es dem Herausgeber möglich geworden, Voraussagung und wirkliche Lebensschicksale nebeneinander zu stellen."

An unsere Leser!

Mit dem neu beginnenden 14. Jahrgange lassen wir in der Ausgestaltung unserer Zeitschrift einige Aenderungen eintreten. Obgleich sich der Umfang des 13. Jahrganges des „Weltalls" gegen seinen Vorgänger wiederum erheblich vergrößert hat, müssen wir weiter mehr Raum zu gewinnen suchen. Wir haben daher den Kopf auf ein Mindestmaß beschränkt und die monatliche Himmelskarte, die Jahr für Jahr wiederkehrt, aus dem Texte herausgehoben und auf den Umschlag gebracht. Wir hoffen, daß diese Aenderung die Zustimmung unserer Leser findet.

Eine wesentliche Neuerung ist die Einführung einer Rundschau, die abwechselnd über die neuesten Forschungen der Astronomie und ihrer verwandten Gebiete die Leser unterrichten und ihnen das Wertvollste und Wichtigste der geleisteten Arbeiten in leicht verständlicher Form näher bringen soll. Die physikalische Rundschau ist bereits einmal erschienen und in gleicher Weise werden die anderen Gebiete behandelt werden. Wir sind natürlich bestrebt, auch weiterhin unsern Lesern immer mehr zu bieten und hoffen dabei auf ihre freundliche Unterstützung. An sie ergeht daher die Bitte, uns durch Mitteilung von Adressen, an die wir Werbehefte des „Weltalls" versenden können, zu unterstützen.

Die Redaktion

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

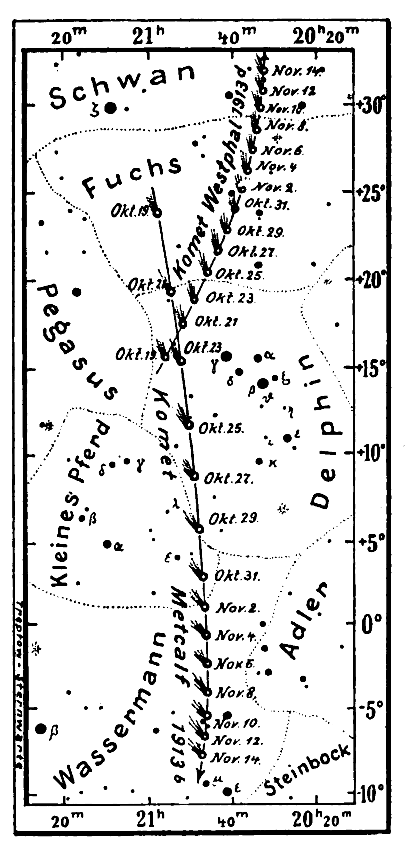


INHALT

Die Wiederauffindung des Westphalschen Kometen 1852 IV

Von Dr. F. S. Archenhold

Am 24. Juli 1852 wurde in Göttingen von Dr. Westphal ein Komet entdeckt, der zuerst als ein schwacher Nebel mit etwas hellem Kern erschien, jedoch bereits Ende August heller wurde und einen deutlichen, fächerförmigen, kurzen Schweifansatz zeigte, der von der Sonne abgewandt war. Am 10. September 1852 stand der Komet inmitten eines Sternhaufens im Perseus, wodurch sein Licht etwas gedämpft erschien. Am 4. Oktober sah Reslhuber den Kometen mit freiem Auge, aber am 14. Oktober nahm seine Helligkeit bereits ab. Die letzte Beobachtung geschah am 11. Januar 1853 in Bonn durch Schönfeld. Selbst in der Sonnennähe hatte der Schweif kaum 1° Länge erreicht. Möller berechnete damals eine elliptische Bahn von dem Kometen mit einer Umlaufszeit von sechszig Jahren. Hnatek hat neuerdings eine Umlaufszeit von 61,7 Jahren für den Kometen gefunden unter Berücksichtigung der hauptsächlichsten Störungen der in Betracht kommenden Planeten.



Lauf des Westphalschen Kometen 1913d und des Metcalfschen Kometen 1913c

Am 27. September 1913 ging bei der Zentralanstalt in Kiel aus Cambridge, Mass., ein Telegramm ein, daß der von Delavan aufgefundene Komet 1913d (Rekt. $21^h\ 54^m\ 18^s$, Dekl. $-2^\circ\ 34'\ 27''$), der am 26. September von Hussey beobachtet wurde, der Komet Westphal sei.

Da eine zweite am 27. September in Königsstuhl auf photographischem Wege gemachte Beobachtung in Verbindung mit der ersten dieselbe tägliche Bewegung zeigte, die der Westphalsche Komet, wenn er an der betreffenden Stelle stand, hätte aufweisen müssen, so schien sofort die Annahme berechtigt, daß der neuaufgefundene Komet der gesuchte Westphalsche war. Letzterer zeigt dieses Mal auf der Photographie schon eine Schweiflänge von 4° und ist bereits in kleineren Fernrohren sichtbar.

Wir geben daher anbei eine Ephemeride vom 1. bis zum 13. November wieder:

	Rekt.			Dekl.	
Nov. 1	20h	38m	46s	24°	30',4
2		37	56	25	6,5
3		37	11	25	42,3
4		36	30	26	17,7
5		35	51	26	52,8
6		35	17	27	27,5
7		34	46	28	2,0
8		34	18	28	36,1
9		33	54	29	9,9
10		33	32	29	43,4
11		33	14	30	16,7
12		33	0	30	49,8
13	20	32	48	+ 31	22,6

und haben diesen Lauf auf umstehender Sternkarte rückwärts bis zum 23. Oktober eingezeichnet, da vielleicht mancher unserer Leser, der den Metcalfschen Kometen photographiert hat, den Westphalschen Kometen am 21. Oktober ganz nahe bei dem Metcalfschen auf der Platte wird auffinden können. Während der Westphalsche Komet nach Norden wandert, sehen wir den Metcalfschen in entgegengesetzter Richtung auf unserer Karte nach Süden ziehen.

Nunmehr wird man den Westphalschen Kometen mit einer Umlaufszeit von 61,1 Jahren in die Liste der mit Sicherheit erkannten periodischen Kometen einreihen können. Er wird zwischen dem Tuttleschen Kometen, der eine Umlaufszeit von 13,7 Jahren und bereits viermal wiedergekehrt ist und dem Pons-Brooksschen Kometen, der 71,6 Jahre Umlaufszeit hat, eingereiht werden müssen. Der letztere wird erst im August 1955 wieder erwartet.

Name	Umlaufszeit in Jahren	Entfernung[1]) in		Älteste Beobachtung	Zahl der Wieder-auffin-dungen	Datum der nächsten Sonnennähe
		Sonnennähe	Sonnenferne			
Encke	3,30	0,34	4,10	1786	30	1914 Dezember
Tempel	5,17	1,32	4,66	1873	4	1915 April
Brorsen	5,46	0,59	5,61	1846	4	1917 Juni
Tempel-L. Swift . .	5,68	1,15	5,21	1869	3	1914 Juni
Winnecke	5,89	0,97	5,55	1819[2])	7	1915 Septbr.
De Vico-E. Swift . .	6,40	1,67	5,22	1678	3	1913 Dezember
Perrine	6,45	1,17	5,76	1896	1	1916 Mai
Tempel	6,54	2,09	4,90	1867	2	1918 Mai
Finlay	6,54	0,97	6,03	1886	2	1919 August
D'Arrest	6,54	1,27	5,73	1851	6	1917 April
Biela[3])	6,69	0,88	6,22	1772	5	1919 August
Wolf	6,80	1,59	5,60	1884	3	1918 Dezember
Holmes	6,86	2,12	5,10	1892	2	1919 Oktober
Borrelly	6,93	1,40	5,87	1905	1	1918 November
Brooks	7,10	1,96	5,43	1889	3	1918 Februar
Faye-Möller	7,44	1,66	5,96	1843	7	1918 März
Tuttle	13,67	1,02	10,41	1790	4	1926 August
Pons-Brooks	71,56	0,78	33,70	1812	1	1955 August
Olbers	72,65	1,20	33,62	1815	1	1960 Mai
Halley	76,02	0,59	35,32	240 v. Chr. G.	23	1986 April

Es gibt jetzt außer dem Westphalschen Kometen 20 periodische Kometen, deren Namen, Umlaufszeit usw. in vorstehender Tabelle wiedergegeben ist.

[1]) Die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 gesetzt.

[2]) Der De Vico-E. Swiftsche Komet ist im Jahre 1678 mit unbewaffnetem Auge sichtbar gewesen, seitdem aber nur in Fernrohren gesehen worden, im Jahre 1844 hell, im Jahre 1894 sehr schwach.

[3]) Dieser Komet ist seit 1852 nicht wiedergesehen worden. Im Jahre 1846 zerlegte er sich unter den Augen der Astronomen in zwei Teile, die 1852 noch einmal in größerem Abstand von einander gesehen worden sind, so daß man annehmen muß, daß die einzelnen Teile sich seit dieser Zeit noch weiter aufgelöst haben. Diese Annahme hat sich auch vollauf bestätigt, da im Jahre 1872 und 1885, als der Komet hätte wiedererscheinen müssen, man an seiner Stelle eine große Zahl von Sternschnuppen aufleuchten sah.

Astronomie und Relativitätstheorie

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. M. B. Weinstein

(Schluß)

Muß er nun die Elemente so auffassen wie angegeben? Offenbar hat ein solches Prinzip für die Wirklichkeit gar keinen Wert, sondern bedeutet nur eine zwar höchst wichtige aber doch nur symbolische Rechnungsweise, wenn man die Frage nicht bejaht. Und das hat man auch getan. Man ist folgerichtig noch weiter gegangen und hat die Veranlassung dieser Auffassung der Erscheinungselemente in die Körper als Träger der Erscheinungen selbst verlegt. So kommt es dem relativ ruhenden Beobachter nicht bloß so vor, als wenn eine sich bewegende Kugel in der Geradsicht sich zur Scheibe geplattet hat, sondern die sich bewegende Kugel zeigt sich ihm aus sich selbst heraus als eine Scheibe. Die sich bewegende Uhr geht für den relativ ruhenden Beobachter aus sich selbst heraus stetig nach. Die Temperatur des sich bewegenden Körpers steigt aus dem Körper selbst heraus für den ruhenden Beobachter an u. s. f. Alles bietet Allem, je nach der relativen Bewegung zu ihm, ein anderes und anderes Gesicht. Weltsysteme können aus diesen Systemen selbst heraus für Einen aus glühenden Sonnen bestehen, die für einen Anderen ganz dunkel sind; ihre Bewegung braucht nur für jeden sich dem bezeichneten Grenzwert zu nähern. Die am Himmelszelt bis jetzt beobachteten Höchstgeschwindigkeiten gegen uns sind freilich, trotz ihrer außerordentlichen Größe von 600 km und mehr, wohl an fünfzigtausendmal so groß wie die eines Schnellzuges, gegen jene Grenzgeschwindigkeit von 300000 km sehr gering. Das Leuchten der Gestirne kann also nicht in der obigen Relativität seinen Grund haben, sondern ist real, wie auch ihre Strahlung erweist. Aber wir wissen nicht, ob nicht Sterne vorhanden sind, die sich bei weitem rascher bewegen als der uns gegenwärtig als der rascheste bekannte Stern „Velox = der Schnelle“.

Indessen sind diese Folgerungen so sonderbar, daß man ihnen nur ungern nachgibt. Mit Recht sagt freilich unser Physiker Max Planck gelegentlich seiner Quantentheorie, daß man sich nicht wundern dürfe, wenn ein wahrhaft neuer Gedanke nicht alten Modellen sich einfügt. Gleichwohl wird man gern zu einem anderen gleichfalls brauchbaren Gedanken greifen, wenn man jenen sonderbaren und uns so widerstrebenden Folgerungen damit zu entgehen vermag. Einen solchen anderen Gedanken, der das Einsteinsche Relativitätsprinzip gleichwohl in sich enthält, hat der bedeutende, so jung verstorbene Mathematiker und Physiker Minkowski der Wissenschaft geschenkt. Dieser Gedanke beruht einfach darin, daß wir in einer vierdimensionalen Welt leben. Es handelt

sich aber nicht um die vierdimensionale Welt der Spiritisten. Diese spiritistische Welt besitzt zu dem dreidimensionalen Raum noch eine vierte Raumdimension. Sie ist also eine räumlich vierdimensionale. Und alle spiritistischen Kunststücke werden durch die Mitwirkung der vierten Raumdimension von den Spiritisten erklärt, (von kühlen Beobachtern freilich für Taschenspielerkunststücke, oder für unbeabsichtigte Vortäuschungen oder für Einbildungen). Von dieser vierten Raumdimension haben wir keine Vorstellung, wir sollen sie glauben. Minkowskis vierdimensionale Welt enthält nichts unserer Vorstellung fremdes, die vierte Dimension in ihr ist einfach die Zeit. Sein Raum-Zeitgebiet enthält die Welt. Das Neue in dieser Lehre ist eigentlich nur, daß die Dimension Zeit sich vollständig an die Dimensionen des Raumes anfügt, ihnen gleichwertig auftritt. Was wir früher als im Raumgebiet geltend angenommen haben, gilt tatsächlich nicht in diesem, sondern im Raum-Zeitgebiet. Beispielsweise haben also Körper tatsächlich nicht drei Abmessungen, sondern vier Abmessungen, drei im Raume, eine dieser ganz gleichwertige in der Zeit. Ferner nahm man früher an, daß Körper dadurch, daß man sie im Raume bewegt, nicht ihre Abmessungen ändern. Nach Minkowskis Theorie ändern sie dabei wohl ihre räumliche Größe, nicht aber ändern sie ihre raum-zeitliche Größe, wenn sie sich im Raum-Zeitgebiet bewegen. Sodann glaubte man früher, daß die Projektionen von Kräften im Raume sich nach der Richtung der Projektion in ihrer Wirkung so berechnen wie die Längen der Projektion von Linien oder von Geschwindigkeiten oder von Beschleunigungen, und sagte deshalb, es seien Linien, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Kräfte in Beziehung auf den Raum gleich veränderlich, kovariant, sie seien alle Vectoren im Raum. Nach Minkowskis Theorie trifft das nicht zu, die Kovarianz besteht nicht mit Bezug auf den dreidimensionalen Raum, sondern mit Bezug auf das vierdimensionale Raum-Zeitgebiet; in diesem Gebiet verhalten sich jene Größen gleich, sind sie Vectoren, nicht im Raumgebiet. Deshalb müssen auch die Bewegungsgleichungen, die in den Galileischen Ansätzen — Beschleunigung-beschleunigende Kraft — im Raum kovariant sind, so gewertet werden, daß sie im Raum-Zeitgebiet kovariant werden. Deshalb beträgt weiter auch die Zahl dieser Gleichungen nicht wie bisher drei, für die drei Abmessungen des Raumes, sondern vier, für die vier Abmessungen des Raum-Zeitgebietes. Und solcher wichtiger Folgerungen sind eine Menge aus dem doch verhältnismäßig so einfachen Gedanken zu ziehen.

Nun aber, wie steht das alles mit dem Relativitätsprinzip in Verbindung? Das kann ich dem Leser ziemlich einfach dartun. Nämlich in dem Raum-Zeitgebiet giebt es zunächst keine Ruhe, sondern nur Bewegung; Gegenstände, die im Raume ruhen, bewegen sich noch in der Zeit, also überhaupt im Raum-Zeitgebiet. Ferner: so viele verschiedene und veränderliche Bewegungen im Raum vorhanden sein mögen, z. B. der Fall eines Körpers, die Schwingung eines Pendels, die Drehung eines Kreisels, das Jagen eines Zuges, die Umkreisung der Weltkörper u. s. f., im Raum-Zeitgebiet gibt es nur eine einzige Art Bewegung, die gleichmäßige, mit einer ganz bestimmten, für alle Bewegungen gleichen, Geschwindigkeit. Und alle Körper, ob sie im Raume ruhen, oder sich, im Raume eilend, schwingend, drehend, kreisend u. s. f., bewegen, haben im Raum-Zeitgebiet nur diese eine gleichmäßige Bewegung, mit dieser einen Geschwindigkeit. Es besteht eine universelle gleichmäßige Bewegung mit einer universellen Geschwindigkeit. Letztere, die universelle Geschwindigkeit, ist die

Lichtgeschwindigkeit im freien Raume. Ein solches Ergebnis muß als geradezu verblüffend bezeichnet werden.

Aber es ist eine Bedingung zu erfüllen, die nicht wenig widerstrebt, sie betrifft die Zeitmessung.

Die Mathematik rechnet mit reellen Zahlen und mit imaginären. Die erstgenannten sind so geartet, daß man aus ihnen genau oder angenähert immer die Quadratwurzel ziehen kann, wie z. B. 1 dessen Quadratwurzel 1 ist, oder 2 als dessen Quadratwurzel man angenähert 1,41 hat u. s. f. Für die andern ist das Ziehen der Quadratwurzel überhaupt unmöglich, wie bei -1 oder -2, es giebt keine Zahl, die $\sqrt{-1}$ oder $\sqrt{-2}$ darzustellen vermag. Für diese Zahlen sind irgendwelche Benennungen unmöglich, $\sqrt{-1}$, $\sqrt{-2}$ u. s. f. sind unvorstellbare Mengen. Wir rechnen alle Zahlen mit reellen Zahlen, würden wir sie mit imaginären rechnen, so wären die reellen Zahlen für uns unvorstellbar. Mit reellen Zahlen mißt Minkowski alle Abmessungen im Raume, aber die Abmessungen in der Zeit mißt er mit imaginären Zahlen. Er muß es tun, um aus seiner Theorie die Einsteinsche als Sonderfall ableiten zu können. Ein Zweites betrifft folgendes: Wie ein Körper eine Bahn im Raume hat, so wird ihm nunmehr eine Bahn im Raum-Zeitgebiet zugeschrieben, die „Weltlinie". Richtet man nun die Zeitachse so, daß sie diese Weltlinie berührt, also ihr parallel läuft, so werden die Abmessungen auf ihr als Eigenzeit bezeichnet. Auf diese Eigenzeit und in dem angegebenen imaginären Maß bezieht sich die Konstanz der ganzen Raum-Zeitgeschwindigkeit der Körper. Giebt man dieses zu, so besteht ein qualitativer Unterschied zwischen den Bewegungen im Raum-Zeitgebiet nicht, und ein Beobachter, der im Raum ruht und Erscheinungen an sich bewegenden Körpern beobachtet, oder der sich bewegt und Erscheinungen an ruhenden Körpern beobachtet, verhält sich im Raum-Zeitgebiet so, als wenn er mit jenen Körpern sich bewegte, oder als wenn jene Körper sich mit ihm bewegten. Also daß die Naturgesetze für ihn im Raum-Zeitgebiet immer die gleichen sein müssen, welche Bewegungen im Raume auch die Körper ausführen, oder welche Bewegung im Raume auch er ausführt. Das ist aber das Relativitätsprinzip. Diese Ableitung ist freilich nicht ganz streng. Ruht der Beobachter im Raum, so bewegt er sich im Raum-Zeitgebiet parallel der Zeit, wir sagen parallel der „Zeitachse". Die Körper, an denen er die Erscheinung beobachtet, bewegen sich nach derselben Richtung, der Zeitachse parallel, wenn auch sie im Raume ruhen. Haben sie aber eine Bewegung im Raume, so geht ihre Gesamtbewegung im Raum-Zeitgebiet nicht parallel der Zeitachse, nach der der Beobachter sich bewegt, sondern stets parallel ihrer Eigenzeitachse, die ständig ihre Richtung in Bezug auf jene Zeitachse wechselt. Der Wechsel dieser Richtung zugleich mit dem Wechsel der Richtungen der Bewegung im Raume gibt für die Bewegung im Raum-Zeitgebiet nach obigem die gleichmäßig in einer Raum-Zeitgeraden vor sich gehende Bewegung. Die Richtung dieser Geraden braucht aber nicht in die Richtung der Zeitachse des ruhenden Körpers zu fallen. Ähnlich verhält es sich, wenn die Körper ruhen und der Beobachter sich bewegt. Darüber also ist in obigem der Einfachheit wegen hinweggesehen. Das Prinzip besteht auch, wenn das in Rücksicht gezogen wird.

Einstein, Max Planck, Minkowski u. a. haben das Relativitätsprinzip in den meisten Gebieten der Physik angewendet. Minkowski namentlich hat eine vollständige vierdimensionale Mechanik und Elektrodynamik in geradezu genialer Weise aufgebaut. Während die Theorie des sehr bedeutenden Urhebers

des Relativitätsprinzips, Einstein, viele Schwierigkeiten und auch Widersprüche bietet, ist die Minkowskische Theorie, wenn man ihre Grundgedanken zugegeben hat, klar und in sich gefestet. Aber freilich ist die Zulässigkeit gerade der Grundgedanken bei Minkowski nicht minder wie bei Einstein strittig.

Einsteins Grundgedanke besteht lediglich darin, daß von vornherein das Relativitätsprinzip Geltung haben müsse für die Verbreitung des Lichtes. Daraus leitet er dann zunächst die Formeln ab, nach denen ein ruhender Beobachter an einem Lichterscheinungen tragenden bewegten Körper, oder ein bewegter Beobachter an einem Lichterscheinungen tragenden ruhenden Körper Längen und Zeiten mißt. Diese Formeln dehnt er dann mit dem Prinzip auf alle Erscheinungen aus. Und er verleiht ihnen zugleich reale Bedeutung, sodaß er Sätze, die er z. B. für Strahlenlängen abgeleitet hat, ohne weiteres auf die Größe der Körper anwendet, andere Sätze, die der Zeitmessung in der Strahlenverbreitung dienen, ohne weiteres auf den Gang realer Uhren überträgt. Alles in der oben angegebenen Weise. Das heißt, es wird von den symbolischen mathematischen Formeln auf die Welt der Wirlichkeit geschlossen, was an sich gewiß nicht zulässig ist. Man kann dem entgehen, wenn man das Relativitätsprinzip mit allem dazugehörigen mathematischen Apparat überhaupt als Wirklichkeit hinstellt. Dann betrifft er nicht allein die Gesetze der Erscheinungen, sondern die Körper und die Erscheinungen selbst. Nehmen wir z. B. die bekannten Newtonschen Ringe zwischen einer Linse und einer Glasplatte. Auf die Gesetze allein angewendet, würde das Relativitätsprinzip besagen, daß die Formeln, nach denen diese Ringe sich folgen, von dem Durchmesser der Linse und der Schwingungsdauer des Lichtes abhängen, für einen ruhenden Beobachter die gleichen sind wie für einen bewegten, falls die Messung des Durchmessers und der Schwingungsdauer in beiden Fällen nach den Einsteinschen Formeln geschieht. Benutzt man das Prinzip aber auch für die Wirklichkeit, so heißt es, daß nicht allein die Gesetze die gleichen sind, sondern auch die Körper in ihren Abmessungen und die Ringe in der Erscheinung. Ebenso würde ein in sich geschlossener Vorgang in einem Körper geschlossen bleiben, wenn der Körper sich in Bewegung setzt. Diesen grundlegenden Unterschied in der doppelten Auffassung des Einsteinschen Relativitätsprinzipes hat man sehr oft übersehen.

Beim Minkowskischen Prinzip ist die Schwierigkeit mehr eine erkenntnistheoretische, die ich nur andeuten kann, wenn die Untersuchung nicht metaphysisch abgründig werden soll. Wenn nämlich Zeit und Raum wirklich eine absolute Einheit bilden, in der die Zeit nicht anders aufzufassen ist, als jede der Abmessungen des Raumes, warum mußte uns das jetzt erst gesagt werden? Warum wußten wir es nicht von vornherein, gerade so wie wir wissen, daß der Raum drei Abmessungen hat und nicht zwei oder vier. Wir fühlen in unserer Anschauung keinen Zwang, Raum und Zeit so zu verbinden wie Minkowskis Theorie es fordert. Das allein kann ich hier hervorheben.

Endlich sei noch auf eines hingewiesen. Wenn das Relativitätsprinzip allgemeine Anwendung soll finden können, so muß sich die Welt sowohl hinsichtlich der Stoffe wie hinsichtlich der Erscheinungen in lauter Zusammenhanglosigkeiten auflösen lassen. Daß wir die Körper in letzte Teilchen zerlegen: Atome, Korpuskeln, Homoiomerien oder wie man sie nennen mag, ich selbst benutze den Namen „letze Individuen", ist uralt. Neuerdings hat Max Planck den großen Gedanken gehabt, auch die Energien zu atomisieren, er nennt ihre letzten Individuen „Quanten". Allein damit ist noch nicht viel erreicht. Wir

müssen noch etwas einführen, was den doch gleichwohl vorhandenen Zusammenhang dieser letzten Größen in den Körpern und Erscheinungen so darstellt, daß von diesem Zusammenhang abgesehen werden darf. Versuche dazu sind schon lange gemacht, ehe noch jemand vom Relativitätsprinzip auch nur geträumt hat, z. B. bei der Behandlung der Mechanik elastischer, flüssiger und gasförmiger Körper. Aber, wie wir sagen müssen, leider mit so geringem Erfolg, daß nicht einmal feststeht, ob diese Versuche bei weiterer Vertiefung auch zum Ziele führen werden. Nur grobe und unsichere Annäherungen, die kaum für die tägliche Technik reichen, haben sie uns gebracht. Und sie werden in der Wissenschaft im Grunde nur mitgeführt, weil noch nichts besseres gefunden ist. Da kann man wohl zweifelhaft werden, ob wir mit den uns bis jetzt bekannten Mitteln überhaupt den Zusammenhang in der Welt zu lösen vermögen. Andere Mittel aber würden dem Relativitätsprinzip den Eingang versperren.

Mit den weiteren noch recht zahlreichen Zweifeln will ich den Leser verschonen, ich habe über sie an mehreren Orten schon gesprochen, namentlich auch in meinem oben genannten Buche.

Das Meeresleuchten und die Meeresströmungen

Von Prof. Karl von Lysakowski

(Schluß)

Da es aber in diesem kurzen Artikel nicht möglich ist, über alle Seeströmungen zu sprechen, werden wir uns nur noch mit dem großen Polarstrome im nördlichen Atlantischen Ozean, mit dem Kuro-Sivo und der Humboldtströmung im südlichen Großen Ozean ausführlich beschäftigen.

Aus den Gewässern Spitzbergens in 80° n. B. geht nach SW ein Polarstrom, der viel Eis führt. Er kommt in 70° n. B. an die Ostküste Grönlands, der er bis zum Südende folgt, etwa 300 km breit und mit $^1/_4$ m Geschwindigkeit in der Sekunde. Nachdem er Cap Farewell umflossen hat, bewegt er sich längs der Westküste Grönlands, um derselben einige Grade nach NW zu folgen und sich dann südwestlich nach der Küste Labradors zu wenden. Dieser Küste folgt er nun nach SO, verstärkt durch die aus der Baffinsbai kommende Polarströmung. Bei Labrador beträgt seine Geschwindigkeit 30 cm in der Sekunde und seine Breite 380 km. Von Labrador aus wendet er sich um die Ostküste Neufundlands gegen den Golfstrom, teilt sich bei Cap Race und sendet einen Arm nach SW zwischen den Golfstrom und die amerikanische Küste, den man bis Florida verfolgen kann. Von dem anderen Teile nimmt man an, daß er östlich von Neu-Fundland unterhalb des Golfstromes seinen Weg fortsetze und sich dann nach SO gegen die Küste Afrikas wende, wo die Gewässer eine verhältnismäßig niedrige Temperatur haben.

Maury nahm an, die Ursache des Golfstromes läge darin, daß das Wasser der Tropen leichter und das des Golfstromes schwerer sei als das des Polarmeeres; aber man hat den Salzgehalt der verschiedenen Meere erst durch Forchhammers Untersuchungen kennen gelernt und kann nun das spezifische Gewicht des Wassers der verschiedenen Meere bestimmen. Es ergibt sich, daß allerdings das Wasser am Äquator am leichtesten ist, und daß sein Gewicht ziemlich regelmäßig nach N und S zunimmt. Das Wasser des Atlantischen

Meeres scheint in etwa 60° n. B., im S und SO von Grönland die größte Dichtigkeit zu haben. Setzt man diese = 1, so kommt man zu folgenden Zahlen:

nördliche Halbkugel		südliche Halbkugel	
zwischen 60 und 70° n. B.	0,9980	unbekannt	
- 50 - 60° - -	0,9994	in der kalten Cap Horn-Strömung	0,9990
- 40 - 50° - -	0,9985	im Atlantischen Meere	0,9984
- 23 - 40° - -	0,9972	- - -	0,9970
- 0 - 23° - -	0,9956	- - -	0,9966

Nach Forchhammer nimmt auch der Salzgehalt mit zunehmender Tiefe schwach ab, wie es ja auch mit der Temperatur der Fall ist.

Der Große Ozean. Humboldt- und Japan-Strömung. Eine dem Golfstrom ganz ähnliche Strömung ist die Japan-Strömung an der NW-Seite des Großen Ozeans, von de Tessan aufgefunden. Entweder, nach Findlay, aus dem sich nach NO wendenden Wasser der Äquatorialströmung oder, nach Maury, aus dem sehr heißen des Indischen Ozeans, das, durch die Straße von Malok herabkommend, sich zwischen Borneo und Siam nach NO wendet, entsteht ein warmer Strom, der Kuro-Sivo, d. i. Strom des schwarzen Golfes, wegen seiner dunkelblauen Farbe so genannt. Da die Philippinen ihn im Osten beschränken, so strömt er mit großer Heftigkeit bei den Babuyan-Inseln vorbei nach der Küste von Japan. Östlich von diesen macht er in der Stunde $1^1/_3$ Seemeile nach NO, im Mittel 30 Seemeilen in 24 Stunden, und hat eine Breite von 370 km; vielleicht reicht er südlich bis zu den Bornis-Inseln. Bis zur Sangar-Straße nimmt er allmählich an Stärke zu und hat dort noch stets eine Geschwindigkeit von 50 bis 60 km am Tage. Er erreicht und erwärmt den südlichen Teil von Kamtchatka, von wo aus er gescheiterte Schiffe sowie Hölzer der Sunda-Inseln, namentlich des Kampferbaumes, nach den Aleuten führt. Das Maximum seiner Temperatur ist 11°, und der Unterschied zwischen seiner Temperatur und der des Ozeans in der Breite von Yedo ist etwa 6,5°. Auch er besteht, wie der Golfstrom, aus abwechselnden Längsstreifen warmen und kalten Wassers. Südöstlich von Kamtchatka, nach Kerhallet, schon in der Breite von Nippon, wendet er sich gegen Osten, bringt den Küsten unter 55 bis 60° n. Br. seine Wärme und strömt mit 16,9° warmem Wasser bis zum Kalifornischen Meerbusen nach Süden, dort 16 Seemeilen in 24 Stunden zurücklegend. Von hier aus, teilweise auch schon früher, wendet er sich wieder, zum Teil mit der Äquatorial-Strömung, nach Westen auf die Sandwichs-Inseln zu und bildet somit auch hier einen gewaltigen Wirbel, innerhalb dessen sich eine leichte Ansammlung von Seegras und Treibholz nebst großen Mengen Janthina und Anatifo vorfindet. Wo er sich zwischen 25 und 40° n. Br. und 135 und 157° w. Lg. von P., wendet, entsteht der sogenannte Fleurieusche Wirbelstrom, der etwa 1300 km im Durchmesser hat. Auch dem Japanstrome geht längs der asiatischen Küste ein Strom kalten Wassers zur Seite, der aus dem Ochotskischen Meere kommt, der alleinigen Werkstatt der Eisberge des nördlichen Großen Ozeans. 11 bis 16° in der Temperatur von ihm abweichend macht er die westlichen Gewässer Japans zu einem trefflichen Fischbereiche. Auch hier wird durch die Vermischung der warmen und kalten Luft der ganze Küstenstrich von Jesso, der der Kurilen und Kamtchatkas dichten Nebeln ausgesetzt.

Der südliche Große Ozean. Humboldt-Strömung. Nächst diesem Analogon des Golfstromes hat der Große Ozean einen äquatorialen Gegenstrom aufzuweisen, der sich durch das ganze Meer, von den Pelew-Inseln in 152° ö. Lg.

bis zur Bai von Panama, in der Breite von 4 bis 5° n. Br. erstreckt. Er macht 18 bis 20 Seemeilen in 24 Stunden. Im westlichen Teile liegt er etwas südlicher, bis in 2° s. Br. Eine Erklärung für ihn zu finden, ist schwer; man nimmt an, daß es durch submarine Plateaus abgelenkte Wassermassen seien. Er teilt den großen, nach Westen gerichteten Äquatorialstrom in einen nördlichen und in einen südlichen; der letztgenannte macht 24 Seemeilen in 24 Stunden und hat eine Temperatur von 19,6 bis 22°, während das Meer neben ihm 4 bis $7^1/_2$° weniger zählt; der erstere hat 19 bis 25° Wärme und eine Schnelligkeit, die etwa gleich der des Japan-Stromes ist (30 Seemeilen in 24 Stunden).

Von besonderem Interesse ist ferner die kalte Humboldt-Strömung von Peru, von A. v. Humboldt 1802 zuerst als kalter Strom entdeckt und als Abkühlungsapparat des regenlosen Klimas von Peru als wichtig erkannt. Dieser Strom, welcher auch noch in fast 2 m Tiefe vorhanden ist, hat eine Breite von 700 bis 4500 km, indem er allmählich breiter wird. Ende September ist er 15° warm, während das Meer außerhalb der Strömung 27 bis 28° hat und die Luft 6° wärmer ist als die Strömung. Sie begünstigt bei einer Geschwindigkeit von 12 bis 15 Seemeilen in 24 Stunden die Küstenfahrten nach Norden außerordentlich, so daß man in 8 bis 20 Tagen von Valparaiso nach Callao schifft, während man zum Rückwege stromaufwärts mehrere Wochen, zuweilen Monate, braucht; denn die Fahrt von Acapulco nach Valparaiso dauert 60 oder 70 Tage, die von Guayaquil nach Valparaiso 37 Tage. Diese offenbar aus den kalten antarktischen Meeren herrührende Strömung wendet sich bei Capo Blanco mit geringer Geschwindigkeit gegen Westen und führt bald zu 9° wärmerem Wasser, dem Äquatorialstrome. Ein Teil derselben setzt sich, wenn er nicht vom Winde zurückgehalten wird, bis in die Panama-Bai fort. An der Küste scheint ihn hier und da eine Gegenströmung zu begleiten. Dieser Strom ist aber nur ein Teil der vom antarktischen Pole mit der Geschwindigkeit von 15 bis 52 km pro Tag hervorkommenden; ein anderer Teil wendet sich, wie Capitän Foster nachgewiesen, als Cap-Horn-Strömung nach Osten und führt das Treibholz von Feuerland weit über die Falklands-Inseln fort. An der Ostseite Australiens geht eine Strömung mit einer Geschwindigkeit von 14 Seemeilen in 24 Stunden von N nach S. Der weiter im S nach O gerichteten Querströmung wird eine Geschwindigkeit von 20 Seemeilen in 24 Stunden beigelegt.

Zwischen dem Humboldtstrome und der großen Äquatorialströmung befindet sich eine „öde Region", die selten von Schiffen besucht und durchfahren worden ist; jetzt wird sie aber von allen von Australien nach Südamerika fahrenden berührt. Dort ist Luft und Wasser ohne jede Spur von Leben. Seevögel, die ein Schiff wochenlang begleiten und im Sturm auf ihm Rettung suchen, selbst der sturmliebende Albatros und die Kaptaube, gehen mit ihm nur bis hierhin und verschwinden alsdann. Schweigen und Öde, ohne irgend ein Zeichen von belebten Wesen, charakterisiert diese Region. Mitten zwischen Australien und Südamerika findet sich eine warme Strömung, die von den Tropen her kommt, und gar manche andere ist, wie ein überwiegend großer Teil des Ozeans, noch wenig bekannt. In einer so weiten Fläche, wie sie dieses Meer bietet, kann allein schon die Verdunstung Ursache vieler Ströme sein, und die überheißen und übersalzigen Wasser der Tropen werden hier erfrischt. Die ungeheuere Regenmenge und die gewaltige Wasserverdunstung auf dem Meere sind hinreichende Ursachen zur Entstehung so mancher Strömungen. Außerdem ist es

eine natürliche Folgerung, daß auch Unterströmungen vorhanden sein müssen, ja daß jeder oberen eine untere entspricht, die also größtenteils dadurch entsteht, daß das schwerere Wasser zum leichteren hinfließt und umgekehrt.

Man erkennt, daß der Ozean im ganzen ein Bild einer immerwährenden Bewegung darstellt. Die am Äquator erwärmten Gewässer begegnen in ihrer Bewegung nach Westen Kontinenten, die sie zwingen, sich nach Norden und Süden zu wenden und sich längs den östlichen Ufern der Kontinente nach den Polarmeeren zu richten, und von diesen strömen längs der westlichen Ufer der Kontinente die kühlen Gewässer. So kommt der Oberflächen-Kreislauf des Wassers in den Ozeanen zustande. Er ist aber nicht der einzige, sondern ist von einem vertikalen Kreislaufe begleitet, der sich von dem wagerechten nur durch eine außerordentlich langsame Bewegung unterscheidet. In den kalten Zonen vergrößert sich bei ihrem Abkühlen die Dichtigkeit an der Oberfläche der Gewässer; ein Teil läßt sich infolge dessen allmählich nieder und fließt nach dem Äquator, wo er sich wieder in die Höhe hebt. Wir haben leider noch keine rechten Mittel, um diesen vertikalen, langsamen Kreislauf genau zu beobachten; jedoch bestätigen die neulich auf dem Schiffe „Planet" ausgeführten Beobachtungen diese Vermutung. Endlich beweist — wenn auch nur indirekt — das Vorhandensein des für das Atmen der Tiere in diesen Tiefen notwendigen Sauerstoffs die Existenz dieses Kreislaufes in den Ozeanen.

Es gibt aber auch noch einige genauere Beweise. Nansens Beobachtungen und die der letzten arktischen Expedition bewiesen, daß in den hohen Breiten in einer gewissen Tiefe eine mächtige Wasserschicht existiert, die sich durch großen Salzgehalt und hohe Temperatur auszeichnet. Diese Schicht lagert zwischen zwei erheblich kälteren. Endlich beobachtete vor kurzem die schottische Expedition der „Scottia" im südlichen Atlantischen Ozean eine tiefe Strömung von Süden nach Norden, die das Schleppnetz nach Norden abtreibt und die Diatomeen, die sich hier in großer Menge befinden, auch nach Norden schiebt, wo sie bedeutende Ablagerungen bilden. All das beweist, daß ein vertikaler Kreislauf wirklich existiert. Es ist bekannt, daß das Wasser Gase bei niederer Temperatur am stärksten absorbiert. Infolge dieser Eigenschaft werden die größten Luftmengen in die Meerestiefen geschafft.

Weitere Untersuchung der Veränderlichkeit von δ_2 Lyrae

Mein letzter Bericht über die Verfolgung des Lichtwechsels von δ_2 Lyrae datiert vom Oktober 1910 (vergl. „Weltall" Jahrg. 11 Seite 34 f.). Inzwischen habe ich meinen Veränderlichen weiter beobachtet, und die kürzliche Übersendung diesbezüglicher Beobachtungen aus dem Jahre 1912 durch Herrn Dr. phil. G. Hornig in Gnadenfrei forderte zu einem Vergleich derselben mit den meinigen heraus. Hornig gelangen seit dem Jahre 1910 bis Ende 1912 im ganzen 114 Beobachtungen, die meinigen belaufen sich in diesem Zeitraum auf 180. Aus meinen Beobachtungen ergibt sich folgendes Resultat: Nachdem von April 1908 bis Januar 1910 ein ziemlich gleichmäßiger, fast geradliniger Verlauf der Lichtkurve mit nur ganz geringen Ausbuchtungen festgestellt werden konnte, trat im Januar 1910 ein kleines Minimum der Helligkeit ein, und von da ab erfolgte ein bis Oktober 1910 andauernder, recht tiefer Abstieg der Kurve. Diese stieg darauf bis Juni 1911 wieder an und wurde im weiteren Verlauf ziemlich unruhig.

Die aus den Beobachtungen von Hornig errechnete Kurve senkte sich von Ende März 1910 ab zu einem Minimum im Mai 1911. In Zuckungen erfolgte darauf ein Aufsteigen zum Maximum Oktober 1911, welchem ein Minimum der Helligkeit im November 1911 folgte. Anfang Juli 1912 wurde ein weiteres Maximum erreicht, in starkem Fall senkte sich darauf die Kurve zu einem Minimum Mitte September 1912. Schließlich ergab sich noch ein Maximum Mitte Oktober 1912; worauf die Kurve wieder fiel.

Die in nachstehender Zusammenstellung gegebenen Mittelwerte sind aus je 4 Beobachtungen gewonnen, und zwar im allgemeinen ohne besondere Berücksichtigung der jeweiligen Witterungsverhältnisse. Nur bei auffallend ungünstiger Witterung gemachte oder sonst lückenhafte Beobachtungen sind von der Berechnung ausgeschlossen worden. Hornig benutzt als Vergleichsterne ζ, η, ϑ, ι Lyrae, ich für meine Schätzungen die Sterne η, ϑ, ε, μ Lyrae. ε Lyrae als Vergleichstern zu benutzen, erscheint immerhin etwas gewagt, die Duplizität bereitet mir jedoch bei den Vergleichungen keine besonderen Schwierigkeiten.

Hornig.

M. E. Z.			S
	1910		
III.	9^d	17^h	0.7
	25	23	2.3
IV.	7	4	1.9
	23	10	1.4
V.	29	4	0.8
VI.	14	4	1.4
VII.	12	17	0.0
VIII.	27	23	0.3
XII.	18^d	15	0.3
	1911		
III.	24^d	12^h	−0.8
	31	5	−0.7
V.	8	11	−2.5
	28	9	−2.0
VI.	12	22	−0.7
VII.	16	11	−1.3
	28	10	−0.4
IX.	1	10	−1.4
	10	8	−1.5
X.	2	14	−0.1
	16	10	+0.5
	26	4	0.4
XI.	26^d	7^h	−1.0
	1912		
I.	20^d	14^h	+0,3
IV.	23	16	0.7
V.	13	22	0.5
VII.	7	4	1.5
	15	17	1.0
	31	10	1.4
VIII.	24	15	0.7
IX.	16	21	−1.0
X.	3	8	+1.2
	17	14	1.6
XI.	10^d	13^h	0.7

von Stempell.

M. E. Z.			S
	1910		
I.	2^d	6^h	8.1
II.	18	1	7.7
V.	3	10	7.1
	22	17	7.7
	30	4	8.3
VI.	12	23	8.1
	22	16	7.9
VII.	3	5	8.1
	17	22	7.9
	29	16	7.5
VIII.	5	11	7.8
	16	16	7.1
	29	4	7.6
IX.	16	3	6.3
	20	5	6.0
	26	10	5.9
	29	23	6.3
X.	2	16	6.0
	6	3	5.8
	9	2	6.2
	12	22	6.0
	20	8	6.3
XI.	3	3	6.4
	23	13	6.5
XII.	16^d	6^h	6.6
	1911		
II.	5^d	1^h	6.9
VI.	2	11	8.0
	7	17	7.6
	21	6	7.1
VII.	18	11	6.6
VIII.	12	23	7.7
	30	5	6.5
IX.	20	23	6.2
X.	28	9	6.5
XI.	17	14	6.8
XII.	30^d	9^h	6.8

M. E. Z.			S
	1912		
IV.	19^d	10^h	7.7
	30	5	6.9
V.	8	23	6.7
	23	5	6.8
VI.	9	17	7.0
VII.	3	5	6.3
	15	4	7.2
VIII.	14	22	7.1
X.	26^d	3^h	7.6
	1913		
I.	2^d	13^h	7.2
III.	30	11	6.8
IV.	16	5	7.2
	24	0	7.6
V.	3	17	7.5
	18	10	6.5
	28	4	6.3
VI.	14	11	6.1
VII.	8	16	6.0
VIII.	3^d	16^h	5.4

Aus den Tettradenmitteln in Rubrik „S“ ergeben sich folgende Maxima und Minima der Helligkeit von δ_2 Lyrae:

von Stempell.

Maxima:

No.	Jahr	Datum	
No. 1.	**1910**	II. 18^d	
- 2.		V. 30	(gering)
- 3.	**1911**	VI. 2	(hoch)
- 4.		VIII. 12	(klein)
- 5.	**1912**	IV. 19$_d$	(hoch)
- 6.		X. 26^d	(-)

Minima:

No.	Jahr	Datum	
No. 7.	**1910**	V. 3^d	(klein)
- 8.		VII. 18	
- 9.		X. 6	(tief)
- 11.	**1911**	IX. 20	(-)
- 10.		VII. 18$_d$	
- 12.	**1912**	VII. 3^d	(ziemlich tief)

Hornig.

Maxima:

No.	Jahr	Datum	
No. 1.	**1910**	III. 25^d	hoch
- 2.		VI. 12	hoch
- 3.	**1911**	VII. 28	hoch
- 4.		X. 16	hoch
- 5.	**1912**	VII. 7	sehr hoch
- 6.		X. 17^d	sehr hoch

Minima:

No.	Jahr	Datum	
No. 7.	**1911**	V. 8^d	(sehr tief)
- 8.		VII. 16	
- 9.		IX. 10	(klein)
- 10.		IX. 16$_d$	(sehr tief)
- 11.		XI. 26^d	(tief)

Maximum No. 1 (v. St.) läßt sich mit Maximum No. 1 (H.) ziemlich gut zur Deckung bringen, nach ihnen beiden fällt die Kurve beträchtlich.

Maximum No. 3 (v. St.) findet sich auch als Maximum No. 2 (H.) vor, nur um 10 Tage auseinander.

Maximum No. 4 (v. St.) divergiert gegen Maximum No. 3 (H.) um 14 Tage.

Maximum No. 6 (v. St.) stimmt mit Maximum No. 6 (H.) gut überein.

Minimum No. 11 (v. St.) divergiert gegen Minimum No. 10 (H.) nur um 4 Tage, in beiden Kurven gut ausgeprägt.

Sehr zu Dank verpflichtet wäre ich, wenn auch andere Beobachter von δ_2 Lyrae von Zeit zu Zeit und ohne Anforderung mir ihre Beobachtungen freundlichst zur Verfügung stellen würden.

Spandau, Pichelsdorferstr. 9
September 1913

Leutnant von Stempell

Kleine Mitteilungen

Das Werden der Welten.[1]) In unserem Zeitalter des wissenschaftlichen Spezialistentums ist man leicht geneigt, die Versuche zu einheitlicher Auffassung und Darlegung verschiedener Gebiete der Wissenschaft und zu deren gedanklichem Ausbau ihres naturgemäß zum Teil hypothetischen Charakters wegen ablehnend zu beurteilen, und es ist nicht zu leugnen, daß der großen Masse literarischer Erzeugnisse dieser Art gegenüber ein reichliches Maß von Skepsis wohl angebracht ist.

Beschränkt sich der Verfasser darauf, verwandte Wissenszweige synoptisch zusammenzufassen, das Nebeneinander der Tatsachen klar und durchsichtig vor uns auszubreiten, so geht es noch an; die guten Bücher darstellenden Inhalts sind nicht so selten. Versucht er aber, leitende Gedanken der Darstellung zugrunde zu legen, so wird er häufig der Versuchung nicht widerstehen können, die Erscheinungen im Sinne seiner Lieblingsideen zu deuten, resp. eine geeignete Auswahl zu treffen. Es braucht sich dabei nicht stets um Unzulässiges zu handeln; die Ursachverhältnisse der Erscheinungswelt sind teilweise noch so im Dunkel, daß die Wahl erklärender Hypothesen oft reine Gefühlssache wird, wobei die Argumente Für und Wider sich verstandesmäßiger Wertung entziehen. Das vom wissenschaftlichen Standpunkt aus Bedenkliche liegt dann eben darin, daß einseitig nur den Gedankengang des Verfassers stützende Erscheinungen Aufnahme finden.

Aber auch dagegen wird man schließlich nichts einwenden können, wenn das Buch nicht mit dem Anspruch auftritt, eine objektive Synthese der Forschungsergebnisse darzustellen, sondern eben nur zeigen will, wie sich im Kopf des Verfassers die Welt gestaltet. Von diesem Standpunkt aus will das Arrheniussche Werk, das uns hier in zweiter, erweiterter Auflage vorliegt, betrachtet werden.

Arrhenius geht aus von der Darstellung der modernen Beobachtungsergebnisse hinsichtlich der physischen Beschaffenheit der Körper unseres Sonnensystems; für eine ganze Reihe von

[1]) Svante Arrhenius, Das Werden der Welten und Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten. Leipzig 1912/13. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.



Phänomenen und eigenartigen Zusammenhängen zeigt er uns neue Erklärungsmöglichkeiten und versucht dann, eine in ihren Einzelheiten widerspruchslose Kosmogonie aufzubauen, die in ihrer gedanklichen Geschlossenheit, mit ihren weiten Ausblicken auch auf metaphysisch wichtige Probleme dem Leser hohen Reiz gewährt. Als die Krönung seines Weltbildes erscheint seine Lehre von der Panspermie, der Allbelebung des Kosmos durch Verbreitung keimfähiger Sporen, die eine uralte Menschheitsfrage glaubt bejahen zu dürfen. Nicht ohne Interesse sieht man, wie verstohlen der Zweckgedanke einschlüpft: All die Tausende und Abertausende von Sternen gewinnen erst tieferes Interesse für ihn, wenn er sie sich als Zentren organischen Lebens vorstellen kann.

Überall versucht der Verfasser seine eigenen Wege zu wandeln, und dieses persönliche Moment prägt dem Buche den Stempel geistiger Originalität auf. Den leitenden Grundzug seiner Entwicklungen bildet die weitgehende Anwendung des hauptsächlich durch ihn in die kosmische Physik eingeführten Begriffs des Strahlungsdrucks. Der Strahlungsdruck ist ihm das kosmische Phänomen; wie ein roter Faden zieht sich die Erörterung über dessen Anwendungsmöglichkeiten zur Erklärung bisher rätselhaft gebliebener Erscheinungen durch alle Kapitel des Buches hindurch. Es möge genügen, aus dem reichen Inhalt einige Hauptpunkte herauszugreifen.

Großen Wert legt der Verfasser darauf, die Bedingungen, unter denen nach seiner Ansicht organisches Leben möglich ist, klarzulegen. Das Vorhandensein derselben zunächst auf unseren Nachbarplaneten Venus hält er für wahrscheinlich, beim Mars sind die Verhältnisse der Entwicklung von Organismen weniger günstig. Sehr lehrreich sind dabei die Ausführungen über die Wärmeschutzwirkung gewisser Atmosphärilien, vor allem der Kohlensäure. Doch dürfte die Verallgemeinerung, mit der er die Lebensbedingungen auf unserer Erde als durchweg gültig ansieht, nicht ganz statthaft sein. Warum soll bei der denkmöglichen unendlichen Variabilität der Erscheinungen im All das Leben nur im engen Rahmen irdischer Möglichkeiten sich abspielen?

Eingehend diskutiert er die Frage des Wärmeersatzes der Sonne, entsprechend der großen Bedeutung, die ihr im Haushalt der Natur zukommt. Die Mayersche Meteoritentheorie und die Helmholtzsche Kontraktionshypothese reichen nicht aus. um die Ausstrahlung für die langen Zeiträume, wie sie die Geologie verlangt, zu decken; Arrhenius greift daher auf chemisch-physikalische Prozesse zurück. Es ist bekannt, daß es Stoffe gibt, die nur bei hohen Temperaturen und gewaltigem Wärmeverbrauch Verbindungen eingehen, bei deren Zerfall also wieder ebensolche Wärmemengen frei werden. Der Verfasser denkt sich nun, daß Elemente, die in den äußeren Schichten der Sonne nur vollkommen dissoziiert nebeneinander bestehen können, in der Tiefe des Sonnenkörpers bei der dort äußerst gesteigerten Temperatur Verbindungen eingehen, die bei kleinem Volumen ungeheure Wärmemengen in sich aufgenommen haben, die sie in den kühleren, höher gelegenen Schichten wieder abgeben. Ob die Entstehung dieser Verbindungen in das vorgeschrittene Nebelstadium des Sonnenballs zu verlegen ist — eine gewisse Stärke der Konzentration des Nebels ist ja dazu erforderlich — oder noch jetzt stattfindet, indem durch Strömungen und Wirbel die dissoziierten Elemente der äußeren Schichten in das Innere geführt werden, wird nicht klar. Von einem eigentlichen Wärme„ersatz" der Sonne kann natürlich in beiden Fällen nicht gesprochen werden, da der Gesamtwärmeinhalt abnimmt; es wird nur die Oberflächentemperatur für lange Zeiträume konstant erhalten auf Kosten der Wärme des Sonneninneren, indem diese in Form von Verbindungswärme an die Oberfläche gebracht wird.

Weiter bespricht der Verfasser im einzelnen einige Anwendungen der Theorie des Strahlungsdrucks. So erklärt er das Schweben der ruhigen Protuberanzen in Höhen der Sonnenatmosphäre, wo die Dichte der umgebenden Gase nur äußerst gering sein kann, oder auch das Koronaphänomen durch den Strahlungsdruck, indem dieser kleine Partikel entgegen der Wirkung der Gravitation in der Schwebe erhält resp. in den Raum hinausschleudert. Starke elektrische Entladungen innerhalb der Photosphäre erklären sich leicht, wenn man annimmt, daß Dampftröpfchen, die sich an negativen Ionen als Nebelkernen kondensiert haben, fortgetrieben und so von der zurückbleibenden positiven Ladung getrennt werden. Dieser negativ geladene Sonnenstaub, dessen Menge mit der eruptiven Tätigkeit der Sonne variiert, ist auch die Ursache des Polarlichtes; der Verfasser gibt auf Grund seiner Lehre eine plausible Erklärung für ihre ausgeprägte Periodizität und deren Übereinstimmung mit derjenigen der Sonnenflecken. Die Schweifbildung der Kometen mit ihren Besonderheiten, die Entstehung der Meteoriten lassen sich ungezwungen durch die Theorie darstellen; letztere denkt er sich entstanden durch das Zusammenballen der von den Sonnen ausgeworfenen Partikel, worauf die Struktur der gefundenen Meteore hinzuweisen scheint.

Eine Konsequenz des universellen Wirkens des Strahlungsdrucks ist nun, daß infolge der hierdurch bewirkten Massebewegung die Verschiedenheit der Sterne hinsichtlich ihrer chemischen Konstitution im Laufe der Zeiten ausgeglichen werden müßte, und die spektralanalytische For-

schung ergibt allerdings eine bemerkenswerte Uniformität in dieser Beziehung. — Der kosmische Staub, der so durch den Raum getrieben wird, ballt sich teilweise zu mächtigen Wolken zusammen, die uns das Licht der weitaus größten Zahl von Sternen entziehen, welche der Verfasser sich gleichmäßig im All verteilt denkt. Um den Schwierigkeiten, die aus einer solchen Verteilung resultieren, zu begegnen, nimmt er an, daß den weite Räume am Himmel einnehmenden Nebelflecken die Aufgabe zukomme, die Strahlung der Sterne in sich aufzunehmen, ohne jedoch selbst dabei sich zu erwärmen. Sie spielen die Rolle ungeheurer Akkumulatoren, die die hochgespannte Energie der Sonnen aufspeichern und teilweise wieder abgeben in der Form, daß die relativ heißesten Moleküle an den Außenschichten des Nebels die hier ungemein schwache Gravitation zu überwinden vermögen und entschwinden.

In seiner Kosmogonie geht Arrhenius von der Voraussetzung aus, daß der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie keine allgemeine Gültigkeit habe. Es wird behauptet, daß die Sätze von Clausius: „Die Energie der Welt ist konstant; die Entropie strebt einem Maximum zu“, für die Nebelflecke ungültig seien. Die Ausdrucksweise des Verfassers kann hier leicht zu Irrtümern führen; für die einzelnen Nebel als geschlossene Systeme gelten die Sätze unbedingt, es kann sich die Behauptung also nur auf das Gesamtsystem der Nebelflecke beziehen, und auch dann steht nur der zweite Satz noch zur Diskussion; denn die absolute Geltung des Energiesatzes, auch für eine unendliche Welt, ist Voraussetzung auch für jede wissenschaftliche Kosmogonie.

Der Weg der Weltenentwicklung ist in kurzem folgender. Den Beginn stellen die Nebel dar, deren Temperatur man sich als sehr niedrig vorzustellen hat, damit bei der äußerst schwachen Gravitationswirkung derselbe überhaupt zusammenhält. Infolgedessen können vor allem in den äußeren Schichten nur sehr schwer verdichtbare Gase, wie Helium oder Wasserstoff, in Gasform existieren, während im Innern vielleicht auch Kohlenwassertoffe, Stickstoff und dergl. vorkommen. Diese sind in den äußeren Schichten nur in kondensierter Form als Staub vorhanden. Diese festen Partikel bilden nun Zentren, um die sich die umgebenden Gase infolge Adsorption anhäufen. Das Volumen der Staubteilchen nimmt also zu, verschiedene werden zusammenfließen und im Fortgang dieses Prozesses bilden sich zahlreiche Meteoriten. Nun dringen auch aus dem Weltenraume Massen in den Nebel ein; teilweise werden sie, wenn ihre Bewegungsenergie groß genug ist, den Nebel durchschlagen, oder sie werden aufgehalten und bilden neue Anziehungszentren für die Nebelgase und Meteoriten, so daß schließlich der Nebel in einen Sternhaufen sich verwandelt. Der Glanz der Sterne überstrahlt dann vollständig das schwache Licht der noch übrig bleibenden Nebelmasse. Diese neuen Sonnen durchlaufen allmählich die verschiedenen Stadien, die durch die Spektraltypen charakterisiert werden, bis mit der Bildung einer festen Rinde die Ausstrahlung aufhört. Jedoch herrscht im Ineren noch eine Temperatur von Millionen Graden; so schweben sie durch die Räume ähnlich „Dynamitmagazinen“. Infolge der Gravitationswirkungen wird es im Laufe der Zeiten eintreten, daß solche Körper zusammenstoßen, und die ungeheuren Energiemengen, die hierbei frei werden, sind es im Verein mit dem Strahlungsdruck, die der zunehmenden Konzentration der Materie und damit einem schließlichen Ende der Weltentwicklung entgegenarbeiten. Der Verfasser schildert eingehend den Hergang eines solchen Ereignisses, der Entstehung einer „Nova“. Die Wucht des Zusammenstoßes zertrümmert die Rinde der Himmelskörper, und die befreiten Kräfte des Inneren treiben die Materie in mächtigen Büscheln in den Raum hinaus, die nun um den zu einem Ganzen verschmolzenen Kern der beiden Massen rotieren mit nach außen hin abnehmender Winkelgeschwindigkeit. Die Absorption des blauen Teils des Spektrums in den umgebenden Staub- und Gaswolken läßt uns den Stern immer intensiver rot erscheinen; doch ist dies nicht von Dauer, der Staub sintert zu gröberen Partikeln zusammen, die selektive Absorption wird vermindert und der Stern erscheint wieder weißer. Da das Licht des Kerns die um ihn kreisenden Staubbüschel von veränderlicher Dicke durchdringen muß, wechselt die Helligkeit anfangs periodisch, jedoch mit ständig abnehmender Amplitude, da der Staubring sich immer stärker und gleichmäßiger ausdehnt.

Der Staub wird weiter auch durch den Strahlungsdruck gegen die außen liegenden Gasmassen hauptsächlich Helium, Wasserstoff und „Nebelstoff“, getrieben und bringt diese durch Elektronenentladung zum Leuchten. Die Nova hat sich in einen Sternennebel verwandelt mit dem charakteristischen Spektrum dieser Himmelskörper. Das Anfangsstadium ist wieder erreicht, die Entwicklung beginnt von neuem. So pulsiert ein mächtiger Energiestrom von Sonnen zu Nebeln; die Nebel sind die Teile der Weltmaschine, die der Vergeudung der Sonnen das Gleichgewicht halten und eine ewige Fortdauer der Entwicklung gewährleisten.

Das Schlußkapitel ist der Frage der Verbreitung des Lebens im Weltenraum gewidmet. Eine Urzeugung hält Arrhenius für unmöglich, das Leben besteht seit Ewigkeit, und die Belebung

aller Teile des Universums denkt er sich ermöglicht durch die Übertragung keimfähiger Sporen, die durch den Strahlungsdruck der Sonnen überall hingetrieben werden. Diese Lehre von der „Panspermie“ enthält viel des Hypothetischen und ist bei dem heutigen Standpunkt unseres Wissens noch in erster Linie Glaubenssache.

Der Leser wird, wie schon angedeutet, an manchen Stellen des Buches die Objektivität vermissen, entgegenstehende Tatsachen und Anschauungen werden nicht genügend gewürdigt. Der Verfasser beschränkt sich eben darauf, seine Ansichten zur Geltung zu bringen und zu einem möglichst widerspruchfreien Ganzen zu vereinigen. So wirkt das Buch wie das naturwissenschaftliche Bekenntnis eines geistvollen und oft originalen Forschers, und sicher wird jeder aus der Lektüre reiche Anregung schöpfen. Dr. Giebeler

Zur Aufnahme des Arrheniusschen Buches im allgemeinen seien einige Bemerkungen hinzugefügt.

Die Frage nach dem Werden der Welten ist seit Kant aus der Sphäre der philosophischen Spekulationen in den Bereich der naturwissenschaftlichen Forschung und Betrachtung gerückt. Mehr denn je gibt sich zu erkennen, daß die Probleme viel weniger astronomischen Charakter tragen als physikalischer und chemischer Natur sind. Niemand ist daher berufener, diese Fragen zu bearbeiten und über sie zu schreiben, als der Fachmann in diesen Gebieten, namentlich, wenn er an wissenschaftlich so hervorragender Stelle steht und so bedeutende Leistungen aufzuweisen hat, wie Arrhenius. Das wird von vielen Kritikern der neuen Anschauungen des schwedischen Forschers übersehen und verkannt. Es mag der Ausbreitung der Arrheniusschen Ideen in wissenschaftlichen Kreisen nicht förderlich sein, daß sie mit so glänzendem Schwung und so verhältnismäßig allgemeinverständlich vorgetragen werden; es wäre vielleicht besser, wenn sie ebenso trocken und schwunglos geschrieben wären, wie Kants kosmogonisches Werk, das jetzt so angesehen ist.

Dabei ist es höchst bemerkenswert, daß die Astronomen besonders früher auf die Kosmogonie Laplaces ungleich stolzer waren als auf Kants. Während Kant wirklich ein großes, vollständiges System aufgestellt hat, auf das er mit Recht unendlich stolz war — es ist in der Tat ein bewundernswertes Gedankengebäude —, hat sich Laplace auf seine Theorie nur sehr wenig zugute getan. Er hat sie seinem berühmten Werk „Exposition du Système du Monde“ in gerade einem Dutzend Seiten angehängt, weil er seine genialen Ideen nicht unterdrücken wollte. Laplace setzt einen glühenden Gasball voraus, bevor er an die Deutung der Entstehung des Planetensystems geht, und erledigt seine Aufgabe offensichtlich skizzenhaft. Trotzdem stand seine Urheberschaft der Kosmogonie bei den Astronomen viel höher im Ansehen als Kants. Schließlich hat man sogar das Unglaubliche begangen, Kants und Laplaces Anschauungen zusammen zu werfen und eine Kant-Laplacesche Theorie herauszudestillieren. Es ist zweifellos, daß beide Anschauungen in einigen Punkten eine große innere Verwandschaft haben. Da jedoch Kant von einer kosmischen Staubansammlung ausgeht, Laplace dagegen von einem glühenden Gasball, da ferner Laplaces Abschleuderung der Planeten von der Sonne und der Trabanten von den Monden bei Kant gar nicht vorkommt, so sind beide etwas Grundverschiedenes. Begünstigt wurde die Zusammenwürfelung durch Helmholtzens berühmten Vortrag. Seitdem wird noch selten auf Laplaces und Kants Originalschriften zurückgegriffen, so daß der Unterschied beider zumeist nicht genügend beachtet wird. Alles schwört sich auf die „Kant-Laplacesche Theorie“ ein, und die Verwirrung wird immer größer, seitdem zu dem Alten Neues getreten ist. Die Erneuerung unserer kosmogonischen Anschauungen ist jedoch um so mehr erforderlich, als unsere Kenntnisse seit Kant eine Ausdehnung erfahren haben, die beispiellos ist. Es ist daher unverständlich, mit welcher Zähigkeit manche Naturwissenschaftler an den alten Göttern, die ihren Dienst wahrhaftig geleistet haben, festhalten. Namentlich Arrhenius' neues Werk wird von vielen Astronomen als phantastisch hingestellt und in einzelnen Teilen als Glaubenssache angesprochen. Es trifft jedoch keineswegs zu, daß Arrhenius' Kosmogonie mehr Hypothetisches enthielte, als etwa Kants oder Laplaces. So sehr auch Arrhenius auf Kants Lehre fußt, wird doch jeder, der die Werke der genannten Autoren gelesen hat, zugeben müssen, daß es ungleich viel mehr naturwissenschaftliches Tatsachenmaterial zu einem einheitlichen Weltbilde vereinigt, als Kant zu seiner Zeit vereinigen konnte und vereinigt hat. Der Rang der Arrheniusschen Lehre scheint mir daher dem der Kantschen zum mindesten nicht nachzustehen. Man pflegt ja allerdings alles Historische mit dem Nymbus der Unerreichbarkeit und beispiellosen Genialität zu umkleiden und ist geneigt, Gegenwartsarbeit viel niedriger einzuschätzen. So geschieht es auch vielfach in den Naturwissenschaften, obwohl sie nie ein so starkes Vorwärtsschreiten auch

durch einzelne Großtaten zu verzeichnen hatten wie in den letzten Jahrzehnten. Allerdings gibt es kein Gravitationsgesetz mehr zu entdecken. Ist aber Robert Mayers Gedankengebäude geringer? —

Mit Arrhenius' Kosmogonie scheint es ebenso zu gehen; sie wird in ihrer Bedeutung meines Erachtens stark unterschätzt. Arrhenius will in seinem Werke nicht nur zeigen, wie sich in seinem Kopf die Welt malt, sondern das Werk will vielmehr sein: eine moderne Kosmogonie auf Grund unseres jetzigen Naturwissens! Die Argumente sind bei Arrhenius immer wissenschaftlichen Charakters und entziehen sich verstandesmäßiger Wertung durchaus nicht. Wer nicht gewillt ist, in gewissen Punkten zu folgen, kann — das möchte ich Herrn Dr. Giebeler gegenüber bemerken — allerdings nicht immer durch exakte Beweise dazu gezwungen werden, einfach deshalb, weil wir in der Forschung leider noch nicht so weit sind. Daß bei Arrhenius nicht immer leicht zu erkennen ist, wo Hypothetisches beginnt und der exakte Besitzstand des Wissens aufhört, ist zuzugeben.

In einem Punkte hat Herr Dr. Giebeler Arrhenius übrigens falsch verstanden. Er meint, daß die energiereichen Verbindungen von der Sonnenoberfläche durch Wirbel und Strömungen in die Tiefe des Sonnenkörpers geführt werden und dort bei der äußerst gesteigerten Temperatur chemische Verbindungen eingehen, die bei kleinem Volumen ungeheure Wärmemengen in sich aufnehmen und in den kühleren höheren Schichten wieder abgeben. Das wäre eine schlechte Erklärung der Quellen der Sonnenwärme. Arrhenius nimmt vielmehr an, daß die energiereichen Verbindungen im Sonnenkörper wie in jedem heißen Sterne bereits vorhanden sind, nicht etwa immer wieder, z. B. jetzt noch, so entstehen. Die Konzentration der Energie im Sonnenkörper ist vielmehr bei der Bildung des Sternes aus dem Nebel erfolgt. Es handelt sich bei Arrhenius natürlich nur um die Erklärung der Tatsache, daß die Sonne so lange zu strahlen vermag, nicht etwa um einen Ersatz der Sonnenwärme.

Die Hauptsache aber ist in Arrhenius' Kosmogonie schließlich die Einführung des Strahlungsdruckes, die von so vielen ganz verkannt oder übersehen wird. Mit dieser erst seit kurzer Zeit bekannten Erscheinung führt der schwedische Forscher ein zweites bisher unbekanntes und zur Erklärung der kosmischen Erscheinungen daher unbenutztes Prinzip ein. Wer Kant aufmerksam gelesen hat, bemerkt, daß er bereits ganz im Anfange seiner Auseinandersetzungen gerade an dem Newtonschen Gravitationsgesetze scheitert. Existierte nur die allgemeine Massenanziehung, so würde auch nach Kants richtiger Erkenntnis aller im Weltraum verstreuter Stoff (Kants Chaos) zu einem einzigen Klumpen zusammenfallen, und das Ende des ganzen Weltgeschehens würde viel schneller und sehr viel einfacher erreicht als etwa durch den „Clausiusschen Wärmetod", wie ihn der Entropiesatz fordert. Da Kant mit Newtons Gravitationsgesetz allein nicht weiter kommt, führt er eine hypothetische Abstoßungskraft ein, die zwischen den einzelnen Teilchen des Stoffes wirksam ist. Nur unter dieser Annahme kann er die Darstellung von der Entwicklung der Welt zu Ende führen. Es beweist seine glänzende Intuition, daß er, im Dunkeln tastend, sich gleich auf dem richtigen Wege befindet und als ergänzendes Prinzip der allgemeinen Massenanziehung eine Abstoßungskraft annimmt. Es ist Arrhenius' großes Verdienst, dieser Abstoßungskraft, die allerdings ganz anderer Art ist, als sie sich Kant ursprünglich vorgestellt hat, im kosmischen Geschehen die richtige Stelle angewiesen zu haben; er hat als erster den Strahlungsdruck als generelles Korrektiv der allgemeinen Massenanziehung klar erkannt und ihn mit unvergleichlichem Geschick und Glück in den Rahmen einer Kosmogonie eingefügt. Seine Anschauung über das Werden der Welten bietet jedenfalls die vollkommenste und modernste Gedankenkette dar, die je ersonnen wurde. Dabei befindet er sich mit dem heutigen Stande der Wissenschaft durchaus nicht im Widerspruch. Daß seine Lehre im einzelnen ausbaufähig und -bedürftig ist, wird niemand verkennen, wohl ihr Autor selbst nicht.[1]) Vielleicht wird sogar das ganze System einmal einem andern weichen müssen, wenn ich auch glauben möchte, daß von ihm wie von dem Kantschen ein gut Teil ein für allemal fester Besitz der Wissenschaft bleiben wird.

Felix Linke

[1]) Vgl. Berny, Über kosmische Entwicklung. „Weltall", 13. Jahrg., S. 317 fg.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/10 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Probleme der modernen Astronomie[1])

Von Prof. Dr. v. Seeliger

Bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts war die wissenschaftliche Astronomie im Grund genommen gleichbedeutend mit der Lehre von den Bewegungen im Planetensystem. Einen Abschluß, aber noch nicht den Höhepunkt dieser Periode, deren Dauer nach Jahrtausenden zu bemessen ist, bezeichnet die heliozentrische Lehre des Kopernikus. Seine Methoden der Betrachtung sind im wesentlichen die der alten Astronomie und den rein phoronomischen Standpunkt konnte er ebenso wenig überwinden wie einen gewissen Dogmatismus, der z. B. nur Kreisbewegungen als allein möglich zuließ. Die viel erörterte Frage, ob die Kopernikanische Lehre wirklich die wahre Theorie gegenüber der falschen geozentrischen ist, wird solange hinfällig bleiben, als man sich nicht darüber geeinigt hat, was die Kriterien einer wahren Theorie sind, und eine solche Einigung wird wohl niemals zu erreichen sein. Vom rein phoronomischen Standpunkt aus, für den nur relative Ortsveränderungen der Planeten existieren, kann eine Entscheidung jedenfalls nicht getroffen werden. Aber die geozentrische Theorie mit ihren verwickelten und verzwickten Epizyclen, die Kopernikus übrigens noch nicht vollständig verbannen konnte, verhinderte wegen der fast ins Ungeheure gehenden Unübersichtlichkeit jeden weiteren Fortschritt. Da schuf Kopernikus mit einem Schlage freie Bahn durch ein System von grandioser Einfachheit und bereitete den Boden für wissenschaftliche Leistungen höherer Ordnung, die das Lebenswerk Keplers sind. Die tiefere Bedeutung der Keplerschen Gesetze konnte in ihrer ganzen Großartigkeit freilich erst vollkommen erfaßt werden, nachdem durch Galilei die Grundlagen zu einer Bewegungslehre geschaffen und durch Newton die planetaren Bewegungen als mechanische Vorgänge erkannt worden waren. Durch Newtons glänzende Entdeckung, nach welcher alle Bewegungen im Planetensystem sich als Folge der gegenseitigen Massenanziehung darstellen, wurde das Gebäude der „himmlischen Mechanik" auf festem Grund errichtet. Den folgenden Jahrhunderten bis zur Gegenwart fiel die Aufgabe zu, den wundervollen Tempelbau, dessen Grundmauern von Kepler und Galilei gelegt worden sind, in allen Einzelheiten auszubauen.

Die Erfindung des Fernrohrs am Anfang des 17. Jahrhunderts begründet eine neue Epoche in der Entwicklung der Astronomie. Die Planeten hören auf, leuchtende Punkte zu sein, sie enthüllen sich als von der Sonne beleuchtete der Erde ähnliche Körper, Jupiter mit seinen Trabanten stellt sich wie ein kleines

[1]) Referat über den Eröffnungsvortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, am 22. September 1913 nach einem Stenogramm von einem Berichterstatter der Redaktion freundlichst zur Verfügung gestellt.

Modell des Sonnensystems dar, auf der Sonne werden Flecken entdeckt und nicht lange dauert es, bis Saturn seine für lange Zeit rätselhaften Ringe präsentiert. Und weit über das Sonnensystem hinaus dringt das Fernrohr: der merkwürdige Andromedanebel löst neue Fragen aus und die Milchstraße wird als ein Gewimmel unzähliger Sterne erkannt. Wahrlich eine ungeahnte Fülle neuer Eindrücke, neuer Erfahrungen! Hand in Hand damit geht eine gewaltige Steigerung der Genauigkeit der astronomischen Messungen. Aber die Fülle neuer Entdeckungen, auch die Errechnung des Planeten Neptun durch Leverrier wird weder durch wesentlich neue Ideen veranlaßt, noch durch neue Methoden gewonnen. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts aber fangen Keime zu sprießen an, die sich in erstaunlich kurzer Zeit zu mächtigen Gebilden entwickeln. Es beginnt für die Astronomie eine neue Epoche, die an Bedeutung nicht hinter der zurücksteht, die die Erfindung des Fernrohrs beanspruchen darf. Ganz neue Probleme treten in den Vordergrund und früher nicht geahnte Wege werden der Forschung eröffnet. Wir können die moderne Astronomie mit den Schlagworten kennzeichnen: Anwendung physikalischer Methoden, insbesondere der Spektralanalyse, der Photometrie und der Photographie. Wohl enthielten die Fraunhoferschen Forschungen schon die Keime der späteren Spektralanalyse, vor deren Entdeckung auch bereits das Dopplersche Prinzip, wenn auch nicht in ganz einwandfreier Form, zur Aussprache kam. Aber es war doch eine überraschende Wendung, als Kirchhoff und Bunsen zeigten, wie die Beschaffenheit des Spektrums eines glühenden Körpers fast untrüglichen Aufschluß über seine chemische Beschaffenheit geben könne. Schon von Anfang an lag die Brauchbarkeit dieser Untersuchungsmethode für astronomische Zwecke klar zutage. Es gelang auch bald Methoden zur Messung der Stärke des Lichtes für die Astronomie nutzbar zu machen, und so verbanden sich Ende der sechsziger Jahre Spektralanalyse und Photometrie zu einem neuen Zweig der Astronomie, der Astrophysik, die schnell zu einer erfolgreichen und ausgedehnten Wissenschaft erstarkte. Im Anfang galt es hauptsächlich, technische Schwierigkeiten zu überwinden, da die meisten astronomischen Objekte viel zu lichtschwach sind, um für die im physikalischen Laboratorium erdachten und hier zur Anwendung gekommenen Instrumente zugänglich zu sein, und sicherlich wären diese Schwierigkeiten nicht in dem Maße überwunden worden, hätte sich nicht zu gleicher Zeit ein anderer Wissenszweig zu einem starken Helfer entwickelt. In Staunen erregender Weise ist die Photographie in wenigen Jahrzehnten zu einem unersetzlichen Forschungsmittel in fast allen Wissenschaften geworden, aber vielleicht nirgends in so tief eingreifender Weise wie in der Astronomie. Wer hätte noch vor 30 Jahren geglaubt, daß es jemals gelingen werde, so wundervolle photographische Bilder des Mondes mit allen kontrastreichen Details zu erhalten, wie sie der große Mondatlas der Pariser Sternwarte oder die Aufnahmen des Lick- oder Yerkes-Observatoriums zeigen? Und so wird man auch hoffen dürfen, daß die allerdings großen Schwierigkeiten, die der photographischen Abbildung der Planetenscheiben entgegenstehen, besiegt werden können.

Das menschliche Auge nimmt Helligkeiten unter einem gewissen Schwellenwert nicht wahr, die photographische Platte aber kann durch Verlängerung der Expositionszeit in gewissem Sinne beliebig empfindlich gemacht werden. Daher erscheinen bei ihr Sterne, die dem Auge niemals, auch mit den größten Instrumenten nicht, erschienen wären, und schwache Gebilde werden sichtbar, die

sonst für immer unbekannt geblieben wären. So sind höchst merkwürdige und fast rätselhafte kosmische Formen bekannt geworden, deren Deutung voraussichtlich ganz neue von den gewohnten verschiedene Gedankengänge erfordern wird. Was mögen z. B. jene feinen Nebelstreifen sein, die durch ungeheure Weiten, zu deren Durchmessung das Licht viele Jahre brauchen würde, den interstellaren Raum durchziehen, wie sind jene abenteuerlichen Formen leuchtender Nebel, die sich um Sterne lagern, zu deuten? Wie haben wir die Tatsache in das System überlieferter Erfahrungen einzuordnen, daß kleine Nebelflecke, deren Zahl größer als 100000 sein mag, über den ganzen Himmel verstreut sind und warum kommt unter ihnen so überaus häufig die sonderbare Spiralform vor? Das sind offenbar Fragen von allergrößter Wichtigkeit, die vielleicht die weitesttragenden Probleme der ganzen Astronomie in sich bergen.

Im Gebiete des Planetensystems hat die Anwendung der Photographie bisher noch keine entschiedene Ueberlegenheit über die älteren Methoden gezeigt; so haben photographische Aufnahmen auch nicht die über Gebühr aufgebauschte Marsfrage wesentlich zu fördern vermocht. Die Berichte über das im Fernrohr erscheinende Détail der Marsoberfläche haben bekanntlich in geradezu ungewöhnlichem Grade allgemeines Interesse erregt. Die anscheinend gradlinig verlaufenden Striche und noch mehr ihre zeitweise auftretende Verdoppelung schien eine ungewöhnliche Erklärung zu fordern, und diese sollte in der Annahme gefunden sein, der Mars sei von Wesen bewohnt, deren Intelligenz die der Erdbewohner weit übertreffen und sie befähigen sollte, künstliche Bewässerungsanlagen und Kanalbauten in einem Umfange auszuführen, der bei uns ganz unmöglich wäre. Ganz eindruckslos blieb die Versicherung, daß gerade die größten und besten Fernrohre die sogenannten Kanäle nur andeutungsweise und ihre Verdoppelung fast niemals zeigten. Man wollte auf den Glauben an die hyperintelligenten Marsbewohner nicht verzichten und auf die dadurch angeregten Phantasiegebilde. Aber man vergaß, daß solche Hypothesen als Zeichen völliger Ratlosigkeit höchstens dann zuzulassen sind, wenn alle anderen Erklärungsmöglichkeiten verschlossen sind. Und so wird vielleicht auch nicht einmal die jüngst gemachte Erfahrung, daß das größte Fernrohr der Welt auf dem Mount Wilson keine Kanäle zeigt, sondern nur einzelne Gruppen von Flecken, die den Verlauf von Strichen markieren, wirkungsvoll bleiben.

Die Arbeit in der Astrophysik gruppiert sich im wesentlichen um zwei Probleme: Die Erforschung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Sterne und die Ermittlung von Bewegungen, insofern sie in einer Verschiebung der Spektrallinien hervortreten. Sehr bald drängte sich die Vermutung auf, alle Weltkörper seien im wesentlichen aus denselben Stoffen aufgebaut, die sich auf der Sonne und auf der Erde vorfinden, und diese Vermutung bestätigte sich mit zunehmender Erfahrung immer mehr. Die Verschiedenheit der leuchtenden Weltkörper spricht sich also hauptsächlich in der Verschiedenheit des Zustandes desselben Stoffes aus. Die Temperatur der glühenden Massen und die Art ihrer Umhüllung durch Atmosphären bestimmen das Aussehen ihrer Spektren und können in gewissem Sinne aus ihnen abgelesen werden. Das natürliche Einteilungsprinzip für die Sterntypen wird die Temperatur bilden, wenn sich auch nicht überall derselbe einfache Zusammenhang herstellen wird. Man wird von der Klassifikation der Sternspektra keinen unbedingt gültigen Hinweis auf das Entwicklungsstadium erwarten dürfen und sich über Ausnahmen nicht wundern. Im allgemeinen aber scheinen die üblichen Einreihungen der Sternspektra in

verschiedene Typenklassen wirklich den physikalischen Gesichtspunkten zu entsprechen. Sie zeigen an, daß sich Sterne vorfinden, die noch im Stadium der höchsten Glut sind, bis zu Weltkörpern, die im Abkühlungsprozeß schon beträchtlich vorgeschritten sind; diesem Prozeß unterliegt jeder Stern. Unsere Sonne scheint ein Stern von größerer Leuchtkraft zu sein, die, da die Temperatur an ihrer Oberfläche nur 6000 bis 7000° beträgt, wohl durch ihre relative Größe bedingt sein mag. Die Schnelligkeit ihrer Abkühlung wird als kaum merklich angesehen, aber schließlich wird sie doch ihre Leuchtkraft verlieren und vollständig erkalten, wenn nicht katastrophale Ereignisse diesen von der Natur geforderten normalen Verlauf unterbrechen. Solche Katastrophen treten gar nicht so selten ein. So erschien 1901 im Sternbild des Perseus ein neuer Stern, der nachweisbar in wenigen Stunden eine Helligkeit erreichte, die nur die allerhellsten Sterne am Himmel besitzen. Offenbar ist es von höchstem Interesse, nähere Auskunft über eine Katastrophe zu erhalten, die eine ganze Welt in Flammen aufgehen ließ. Die Spektralanalyse hat viele und sehr merkwürdige Eigenschaften des Spektrums der neuen Sterne enthüllt, aber eine eindeutige Interpretation ist vorerst nicht zu erlangen. Explosionen im gewöhnlichen Sinne des Wortes als Ursache anzunehmen kann physikalisch nicht begründet werden. In kleinem Maßstabe erleben wir das Schauspiel des Aufleuchtens neuer Sterne fortwährend, wenn wir das plötzliche Aufleuchten einer Sternschnuppe bemerken oder die feurige Bahn eines Meteors verfolgen. Vielleicht sind auch bei den neuen Sternen analoge Vorgänge im Spiel. — Sind doch im Weltraum ausgedehnte Ansammlungen feinverteilter Materie kosmischer Staubwolken vorhanden, die sich ganz so darstellen wie Staubwolken, die von einem riesigen Reflektor einen kurzen Lichtblitz erhalten.

Vielleicht die sichersten und wichtigsten Ergebnisse der Astrophysik sind mit Hilfe eines Prinzips gewonnen worden, daß schon vor der Entdeckung der Spektralanalyse von D o p p l e r ausgesprochen wurde. Dieser Forscher wurde darauf aufmerksam, daß die Tonhöhe einer Schallquelle sich für einen Beobachter, der sich ihr nähert oder von ihr entfernt, ändern müsse. Bei Annäherung treffen das Ohr in der Zeiteinheit mehr, beim Entfernen weniger Luftstöße, und da der Ton um so höher klingt, je mehr Schwingungen in der Sekunde das Ohr erreichen, so wird bei Annäherung der Ton höher und bei Entfernung tiefer zu sein scheinen als bei gegenseitiger Ruhe. Wenn nun das Licht eine Wellenbewegung ist, muß auch hier etwas ähnliches stattfinden. Einfarbiges Licht wird bei Annäherung schnellere Schwingungen zu haben scheinen, es wird also blauer werden. Dieses D o p p l e r sche Prinzip wurde erst dann wissenschaftlich verwertbar, als man Licht von bestimmter Farbe, d. h. Wellenlänge in einem Spektrum genau genug bestimmen konnte, und das geschieht durch die F r a u n h o f e r schen Linien, die eine bestimmte Lage im Spektrum haben. Weiß man, daß im Spektrum der bewegten Lichtquelle eine Wellenlänge vertreten ist, die einer F r a u n h o f e r schen Linie entspricht, und sind beide Linien gegeneinander verschoben, so kann man offenbar aus der Größe der Verschiebung die gegenseitige Geschwindigkeit von Lichtquelle und Beobachter ableiten. Diese Ermittlung der Geschwindigkeit, mit der die Entfernung des Sterns von der Erde sich ändert, hätte noch vor 70 Jahren wohl jeder Naturforscher für einen ganz unerfüllbaren Traum angesehen. Die Geschwindigkeit ist ganz unabhängig von der Entfernung des Sternes, und die Geschwindigkeit läßt sich in absolutem Maße, in Kilometern pro Sekunde, angeben. Freilich muß man sich die

Gewißheit verschaffen, daß die beobachtete Verschiebung nicht durch physikalische Einflüsse verursacht ist.

Mit diesen keineswegs einfachen Fragen haben die Astrophysiker begonnen sich zu beschäftigen und die Zukunft wird sicherlich manche neue Regel auffinden, welche vor falschen Anwendungen des Dopplerschen Prinzips sich zu hüten lehren wird. Nicht selten findet man deutliche, in kurzen Perioden schwankende Werte der Geschwindigkeiten. Hier handelt es sich offenbar um anziehende Massen, die den betreffenden Stern zu kurzen Umlaufsbewegungen zwingen, und eine eingehendere Betrachtung zeigt, daß es sich um nahe beieinander stehende Sterne handelt, die sich umeinander bewegen, von denen gewöhnlich der eine so schwach ist, daß er nicht gesehen werden kann. Hier führt uns die Astrophysik zu ganz neuen Einsichten, an die sich Probleme interessantester Art anknüpfen, doch muß ich darauf verzichten, sie weiter zu spinnen, um nicht anderes übergehen zu müssen.

Am nächtlichen Himmel fällt selbst bei flüchtigster Betrachtung auf, daß um so zahlreicher schwächere Sterne hervortreten, je größer das benutzte Fernrohr ist und daß zugleich die scheinbare Verteilung der Sterne ungleichförmiger wird, indem sie sich dort, wo die Milchstraße liegt, am meisten zusammendrängen. Die Milchstraße selbst stellt sich als ein breites, schwachleuchtendes Band dar, das nahezu längs eines größten Kreises am Himmel verläuft. Diese Abhängigkeit der scheinbaren Sternverteilung von der Milchstraße führt zu der wichtigen Erkenntnis, daß die Milchstraße ein Phänomen ist, das organisch mit der Konstitution der uns umgebenden Fixsternwelt verbunden sein muß. Mit der Ausbildung der photometrischen Methoden war es in den letzten 20 Jahren möglich, dem Problem näher zu kommen, aus der scheinbaren Verteilung der Sterne auf die räumliche Anordnung der Weltkörper in den uns umgebenden Teilen des Universums Schlüsse zu ziehen. Es läßt sich mit einiger Sicherheit eine Skizze entwerfen, die in großen Zügen diese Anordnung darstellt. Selbstverständlich muß es kommenden Zeiten überlassen bleiben, diese Skizze in ein detailliertes und kunstgerecht ausgemaltes Bild zu verwandeln. Wir können danach sagen: Die Zahl der leuchtenden Fixsterne mag 100 und mehr Millionen betragen, sie bilden aber ein endliches abgeschlossenes System, einen großen Haufen, der im großen und ganzen die Form einer ziemlich flachen Scheibe hat, wahrscheinlich mit einzelnen Einbuchtungen, Ausläufern und verwaschenen Grenzen. Die größte Ausdehnung hat dieser Haufen in der Richtung der Milchstraße, die kleinste etwa senkrecht auf dieser Ebene. Das Licht, das von der Sonne zu uns in etwa 8 Minuten gelangt, braucht, um von den entferntesten Sternen der Milchstraße uns zu erreichen, etwa 25000 Jahre, während senkrecht zur Milchstraße die entsprechende Entfernung 5000 Jahre ist. Die Milchstraße zeigt die Richtung nicht nur größter Ausdehnung des Systems, sondern auch die der größten Dichtigkeit an. Diese nimmt von uns, die wir nicht weit von der Mitte des großen Haufens stehen, nach allen Seiten ab, am langsamsten in der Richtung der Milchstraße.

Der menschliche Geist wird aber weiter fragen, ob wir vielleicht Kunde haben von ähnlichen großen Massenverbänden, wie das Milchstraßensystem. In Gebilden wie dem großen Andromedanebel und neuerdings in den vielen Spektralnebeln hat man solche entlegene Weltsysteme erblicken zu können geglaubt. Doch sind das nur Mutmaßungen, denen mit gleichem Recht die andere Mutmaßung gegenübergestellt werden kann, daß alle diese Gebilde unserem Fixsternsystem angehören, und gewissermaßen relativ kleine Nachbildungen von ihm darstellen. Die

Spiralnebel können zum Teil aus kosmischem Staub bestehen, der Ansammlungen selbstleuchtender Sterne umhüllt und von ihnen beleuchtet wird. Dann läge kein Grund vor, diese Gebilde in Entfernungen zu setzen, die über das Milchstraßensystem hinausreichen. Leider sind wir gegenwärtig nicht in der Lage, über die scheinbare Verteilung der so überaus zahlreichen Spiralnebel nähere Auskunft zu geben. Es ist sehr wohl denkbar, daß durch die vielen dunklen Massen und Staubwolken, durch welche ganze Weltsysteme voneinander isoliert sind, die Lichtstrahlen, die sonst eine optische Verbindung aufrecht erhalten würden, abgeschwächt und bei den ungeheuren Wegen, die sie zu durchlaufen haben, vielleicht ganz unwirksam werden. So ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, daß unser Sternsystem von den übrigen auch optisch fast vollkommen isoliert ist, und daß in der Tat alles, was wir am Himmel sehen, zum Verbande unseres Sternsystems, des Milchstraßensystems gehört.

Betrachtungen über so weite Räume des Universums mögen vielleicht als unfruchtbar bezeichnet werden, verhindern lassen sie sich nicht, solange der menschliche Geist sich nicht durch handwerksmäßige Detailarbeit fesseln läßt. Mit angemessener Kritik ist es sogar erlaubt, weiter zu gehen und Überlegungen anzustellen, ob gewisse Naturgesetze für das Universum Geltung behalten. Die meisten physikalischen Gesetze sind völlig unabhängig von einer unbegrenzten Ausdehnung von Raum und Zeit und für ihre Anwendung ist es unwesentlich, ob der Raum, in dem wir forschen, durch die Wände unseres Zimmers begrenzt, oder bis zu den entferntesten Sternen ausgedehnt wird. Aber nicht alle Naturgesetze verhalten sich so. Das ganze stolze Gebäude der Bewegungsastronomie beruht auf dem Newtonschen Gesetz und die ganze neuere Astronomie bildet eine Kette von Bestätigungen dieses Gesetzes, ja man kann sagen, daß mit der Verfeinerung der Beobachtung und der weiter getriebenen Ausarbeitung der Theorie der Anschluß beider aneinander immer enger wird. Wie sich aber das Newtonsche Gesetz, das rein empirischen Charakters ist, stellaren Entfernungen gegenüber verhält, darüber sagt die Erfahrung gar nichts aus, und bei der beliebigen Erweiterung des Gesetzes stellen sich die größten Schwierigkeiten ein. Nicht anders verhält es sich mit den die ganze moderne Betrachtung beherrschenden Energie- und Entropiesätzen. Clausius hat die so vielfach zitierte Formulierung vorgenommen. Die Energie der Analyse ergibt aber, daß diese Ausdehnung physikalischer Erfahrung auf beliebig große Räume eine unerlaubte Verallgemeinerung darstellt. Für völlig abgeschlossene Systeme darf sicherlich die Erhaltung der Energie als eine feststehende Tatsache angesehen werden. Das Universum ist aber kein abgeschlossenes System und kann niemals als solches angesehen werden. Für das Entropieprinzip liegen die Verhältnisse noch viel ungünstiger, weil seine Geltung schon in endlichen Räumen an einschränkende Bedingungen geknüpft ist. Energie und Entropie der Welt sind also Begriffe, denen ein faßbarer Sinn nicht untergelegt werden kann, und somit sind also auch alle Folgerungen aus ihnen hinfällig. Wollte man übrigens dem Universum in seiner Entwicklung eine Bahn auf ein bestimmtes Ziel zuschreiben, so müßte sie nach rückwärts verlängert auf einen bestimmten Anfang weisen, der in allen Stücken das Gegenteil des Endzustandes sein müßte. Der Entropiesatz beschreibt den Endzustand als den völliger Ausgeglichenheit, wo alle Geschwindigkeiten und Temperaturdifferenzen verschwunden sind, das Weltall in eisiger Ruhe erstarrt ist. Der Anfang müßte also unendlich große Geschwindigkeiten und Temperatur-

differenzen aufweisen — eine Konsequenz, zu der man sich wohl kaum wird entschließen können.

Der Gedanke, daß nicht nur der einzelne Mensch, sondern auch die ganze Gattung und alles, was auf der Erde lebt, unentrinnbar der Vernichtung verfallen ist, wirkt auch auf den, der dem eigenen Leben keinen ungebührlich hohen Wert beimißt, tief erschütternd. Solche Gedanken kann die Wissenschaft nicht verscheuchen, denn sie weist nach gleichen Zielen, indem sie nur verschiedene Möglichkeiten offen läßt. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Wärmestrahlung der Sonne, die alles Leben auf der Erde nährt, allmählich aufhören wird, und daß schließlich die Lebensbedingungen für höher organisierte Wesen verloren gehen werden. Das Ende des Menschengeschlechts wird also langsam, aber unaufhaltsam herannahen, vielleicht in einer Form, die der Dichter-Astronom Flammarion in so tief ergreifender Weise geschildert hat; vielleicht tritt aber auch an Stelle dieses langsamen Hinsiechens eine plötzliche Vernichtung. Wer möchte leugnen, daß das Verhängnis in einer Staubwolke verborgen liegen kann, die nach unwandelbaren Gesetzen der Mechanik sich uns nähert, um die Erde und das ganze Planetensystem und alles, was hier gelebt und gedacht hat, in verzehrender Flamme zu vernichten? Wer will behaupten, daß nicht etwa das Aufleuchten eines neuen Sternes die in wenigen Augenblicken sich vollziehende Vernichtung geistiger Werte ankündigt, die unvergleichlich höher sind als alles, was die kleine Erde jemals hervorbringen konnte?

Beitrag zur Erforschung der ältesten Schriftzeichen und kosmologischen Anschauungen der vorhistorischen Indianer Südamerikas

Mit 4 Abbildungen

Von G. Reinhold, Berlin-Schöneberg

Eine hochinteressante Studie zur Ideenschrift der alten Indianerbevölkerung Südamerikas, die zum Teil ganz neue Wege weist und eine ungeahnte Perspektive über den Werdegang der amerikanischen Kultur eröffnet, liefert Ingenieur Arthur Posnansky in seinem vor kurzem in deutscher und spanischer Sprache erschienenen Buche über das Treppenzeichen in den amerikanischen Ideographien.[1])

Der Verfasser hat sich Jahre hindurch eingehenden anthropologischen und ethnographische Studien über die eingeborenen Indianerstämme Südamerikas gewidmet und sich insbesondere durch Ausgrabungen auf der Stätte der alten Prae-Inka-Metropole Tihuanacu einen in Kreisen der Amerikanisten angesehenen Namen gemacht. Das Resultat seiner prähistorischen Studien hat Posnansky in einer Reihe von wissenschaftlichen Werken niedergelegt, zu denen auch die vorliegende über das Treppenzeichen in den amerikanischen Ideographien zählt. Dieselbe bildet den ersten Teil einer auf drei Bände berechneten Sammlung, die unter dem Gesamttitel „Thesaurus ideographiarum

[1]) Thesaurus ideographiarum americanarum I: Das Treppenzeichen in den amerikanischen Ideographien, mit besonderer Rücksicht auf Tihuanacu (El signo escalonado en las ideografías americanas con especial referencia á Tihuanacu). Von Ingenieur Arthur Posnansky, Berlin. Verlag von Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), 1913. 8°, VIII u. 84 S. mit zahlreichen Illustrationen



americanum" erscheint und in Band II „Tihuanacu-Ideographien", in Band III „Die ideographischen Darstellungen auf dem Sonnentor von Tihuanacu" behandelt.

Posnansky hat sich schon wiederholt mit vorliegendem Thema beschäftigt und darüber im laufenden Jahre auf dem 18. Internationalen Kongreß der Amerikanisten in London[1]; in der Anthropologischen Gesellschaft in Berlin[2]), wie auch in der Treptow-Sternwarte Vorträge gehalten.

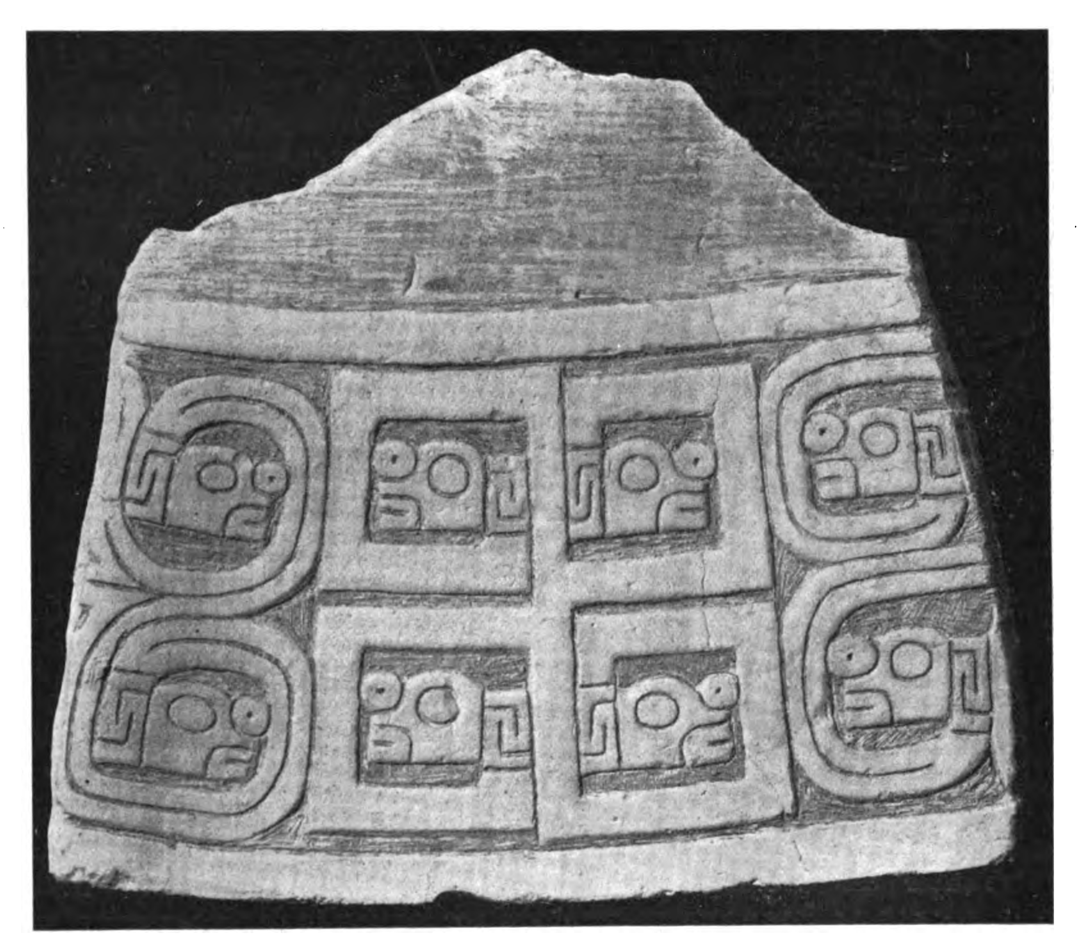


Abb. 1. Das Treppenzeichen in Form der Swastica, des bekannten Hakenkreuzes.

Die Meinung der meisten alten und neuen Forscher ging bisher dahin, daß das Treppenzeichen in Amerika seinen Ursprung aus Flechtmotiven herleite, wie wir sie in den ältesten Korb- und Palmblattflechtereien dargestellt finden. Dagegen sprechen jedoch zahlreiche gewichtige Gründe, so vor allem die Tatsache, daß das Treppenzeichen schon zu einer Zeit entwickelt erscheint, wo man noch gar keine Flechtereien kannte. Dann aber liegen die mit Treppenzeichen verzierten Monumente teilweise in älteren geologischen Schichten, untermischt mit Menschenskeletten und Knochen von heute gänzlich ausgestorbenen Tierarten.

---

[1]) Abgedruckt im „Bulletin of the XVIII International Congress of Americanists", London 1913, S. 280 bis 292 (mit 3 Tafeln).

[2]) Veröffentlicht in der „Zeitschrift für Ethnologie", Berlin, Gebr. Unger, 1913, Heft 2, S. 261 bis 273.

Nach der ausführlich begründeten Ansicht des Verfassers hat sich dieser sogenannte Treppen- oder Terrassenstil in der alten Metropole Tihuanacu entwickelt. Posnansky verlegt also den Ursprung der großen südamerikanischen Kulturen auf das Hochland der bolivianischen Anden. Erst als dieses sich durch seine fortschreitende Hebung zu stark abkühlte und unwirtlich wurde, entvölkerte sich teilweise das Andenplateau und der Stil und die Kultur von Tihuanacu strahlte nach allen Seiten aus. Wir finden ihn wieder an der Küste des Pacific, in den Perioden der Kulturen von Patschakama (Pachacama), Tschimu (Chimu), Motsche (Moche) usw., in Mexiko, in verschiedenen präkolumbianischen Bauwerken (so auf den Vasen der Isla de Sacrificios), in Yukatan, in den Ruinen von Uxmall und Tschitschen-Itza (Chichen-Itza), wie endlich beinahe in allen Konstruktionen von Zentralamerika (Kopan usw.). Schließlich sehen wir den Terrassenstil, dem das Treppenzeichen zugrunde liegt, wiederkehren in den Inka-



Abb. 2. Gottheit mit dem Treppenzeichen.

bauwerken der Inseln des Titikakasees, in den Keramiken dieser Epoche wie auch weiter südlich in den Terrakotten und anderen Erzeugnissen der Kaltschaki- (Calchaqui-) und Humahuakatäler.

Merkwürdigerweise findet sich der Terrassenstil aber auch in den asiatischen Frühkulturen, wie beispielsweise bei den alten Sumerern in den Terrassenbauten des Baaltempels.

Die Grundform des Treppenzeichens bilden vor- und zurückspringende Winkel in den verschiedensten Variationen. Wir finden das Zeichen in den horizontalen und vertikalen Projektionen fast aller Konstruktionen, ferner in den Skulpturen, Inschriften, bemalten Kunst- und Gebrauchsgegenständen usw.

Der Ursprung des Treppenzeichens ist nach Posnansky in den geogonischen und anthropozentrischen Begriffen der intellektuellen Kasten der Be-

wohner Amerikas zu suchen. Nach der eingehenden Beweisführung des genannten Forschers dient es in den meisten Fällen zum Ausdruck von Erde und Himmel: als Erde in demjenigen Sinne, den die alten Griechen mit Γῆ bezeichneten und die Bewohner des andinen Hochlandes, die Aymáras, mit dem Wort Uraque oder Patscha ausdrücken. Die Skulpturen, Malereien, Idole usw., welche Menschen, Tiere usw. darstellen, haben nämlich immer unter oder neben ihren Füßen das Stufenzeichen, um die Vorstellung zu erwecken, daß sie auf der Erde stehen. So zeigt die beigefügte Abb. 1 das Treppenzeichen in Form einer Swastica (Hakenkreuz), deren Enden in Tierköpfe ausstrahlen. (Das Original, ein Steingefäß, stammt aus Tihuanacu und befindet sich jetzt im British Museum in London.) Abb. 2 stellt eine Gottheit dar mit dem Treppenzeichen zu beiden Seiten der Füße (als Erde) und oberhalb des Hauptes (als Himmel; — das Original, ein Bronzegefäß, wahrscheinlich ebenfalls aus Tihuanacu, ist jetzt im Museum zu Cambridge). Abb. 3 ist die Abbildung eines 4 bis 5 m hohen, den Fischen gewidmeten, daher mit Fischornamenten versehenen monolithischen Idols in



Abb. 3. Monolithisches Idol in Tihuanacu.

Tihuanacu. Abb. 4 endlich weist das Treppenzeichen auf der Verlängerung der Vorderfüße eines symbolischen Tieres auf, das dem Mond geweiht war und daher an einer Schlinge am Halse den Mond trägt (dargestellt auf einem behauenen Block in Tihuanacu).

Oftmals ist im Innern des Treppenzeichens ein Kreuz angedeutet, das nach Posnansky der symbolisch-ideographische Ausdruck für „Feuer", nicht etwa, wie bisher vielfach geglaubt wurde, das Wasserzeichen ist. Der Ursprung dieses Kreuzzeichens dürfte in der uralten Methode des Feuermachens im Hochland zu suchen sein, welches in der Weise geschah, daß jemand, auf der Erde knieend, mit der Brust ein hartes Holz gegen den Boden stemmte, während er mit den beiden Händen ein etwas weicheres Holz über das andere kreuzte und mit schneller Auf- und Abwärtsbewegung durch Reibung erhitzte. Die glühenden Spänchen, die auf Wolle oder zerriebene Tierexkremente fielen, wurden durch Blasen von der Frau des Indianers zur hellen Flamme angefacht. Somit dürfte das Kreuz als Symbol des Feuers jedenfalls die amerikanische Swastica sein.

Den eingehenden Forschungen Posnanskys nach zu urteilen, war auch der Himmel bei den prähistorischen Bewohnern des südamerikanischen Kontinents in Treppenform gedacht, jedoch in umgekehrter Stellung, d. h. mit den Stufen gegen die Erde gewandt, und wurde in dieser Form auf verschiedenen Kunstgegenständen wiedergegeben. Augenscheinlich leitet sich die Idee des treppenartig geformten Himmelsgewölbes von der Beobachtung des zickzackförmigen Aufleuchtens des Blitzes am dunklen Gewitterhimmel her. Man glaubte, bei dieser Erscheinung den momentan beleuchteten wirklichen Aufbau des Himmels zu sehen.

Noch leichter begreiflich ist das Entstehen der Vorstellung einer stufenartigen Form der Erde bei den Hochlandsbewohnern: Auf seinen Wanderungen im Hochland erstieg der Indianer höher und immer höher gelegene Plateaus, überschritt Berge, um auf der anderen Seite in ähnlicher Weise, gleichsam wie

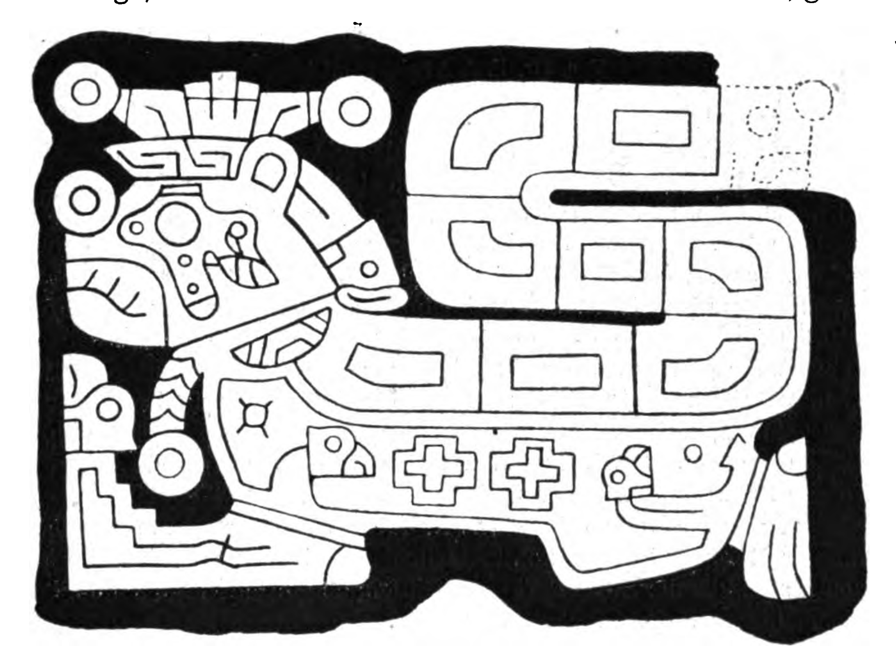


Abb. 4. Das Treppenzeichen an den Vorderfüßen eines symbolischen Tieres.

auf gigantischen Stufen, herabzusteigen. In der eigentümlichen geologischen Gestaltung (Terrasenaufbau) der Kordillere und des Hochlandes ist also das Grundmotiv jener Idee zu suchen, die der Erde ein treppenartiges Aussehen zuerkannte. Man suchte in jener Zeit in den bewohnten und landwirtschaftlich bearbeiteten Ländereien durch die Anlage von treppenartig angeordneten Terrassen diese natürliche Form zu verstärken, nicht nur aus Gründen, die religiösen Anschauungen entsprachen, sondern auch aus ökonomischen Rücksichten, oder um das damals stark bevölkerte Land für den Ackerbau besser auszunutzen [1]. Zweifellos spielen auch strategische Gründe eine ziemlich wichtige Rolle. Wer einmal Gelegenheit hatte, das Hochland und die Andentäler zu bereisen, wird zweifellos die Tausende von Kilometer langen Dämme oder Schutzmauern bemerkt haben,

[1] Das ökonomische Motiv dürfte wohl der eigentliche, wahrscheinliche Grund für die stufenartige Anlage der Landwirtschaftskulturen gewesen sein, so daß die Vermutung nahe liegt, daß die treppenförmige Anlage der Kulturen das Primäre gewesen ist und sich der religiöse Mythus erst um diese Tatsache herum gebildet hat. Die Red.



welche überall zerstreut noch an den Abhängen, Flußufern usw. zu sehen sind, von den besterhaltenen, die sich bis an die Schneegrenze hinaufziehen, bis zu solchen, die man nur noch von weitem durch fern sichtbare Linien, die sie hinterlassen haben, entdecken kann, da sie vollständig durch den nachrutschenden Schutt verdeckt und durch Vegetation überwuchert sind.

Vorstehende kurze Skizze kann und will natürlich auch nicht annähernd den reichen Inhalt des interessanten zum Teil mit farbenprächtigen Illustrationen ausgestatteten Buches von Posnansky erschöpfen. Wer sich näher mit dem Gedankengang und den wissenschaftlichen Ergebnissen des Verfassers vertraut machen will, den wird das eingehende Studium des Werkes selbst nicht gereuen.

Der gestirnte Himmel im Monat Dezember 1913

Von Dr. F. S. Archenhold

Ueber die Helligkeit der Plejadennebel

Die Plejaden, welche in unseren Breiten in den bevorstehenden Winternächten hoch am Himmel zu beobachten sind, haben ihren Namen als Schiffahrtsgestirne (πλεῖν = schiffen) erhalten, weil im Mittelmeer vom Frühaufgang der Plejaden im Mai bis zum Frühuntergang derselben im November die Schiffahrt möglich war. Sie können noch als Sternhaufen bezeichnet werden, der allerdings so stark auseinandergezogen ist, daß sogar das unbewaffnete Auge deutlich sieben Sterne in ihm zu trennen vermag. Tempel hat zuerst im Jahre 1859 festgestellt, daß nahe des Plejadensternes Merope ein schwacher ausgedehnter Nebel zu sehen ist, dessen Spektrum neuerdings von Slipher untersucht wurde. (Vgl. das Weltall, Jg. 13, S. 250: Die Beschaffenheit der Plejadennebel.) Es hat sich aus einer 21stündigen Spektralaufnahme dieses Nebels ergeben, daß er nicht selbstleuchtend ist, sondern daß sein Licht nur als eine Widerspiegelung des Merope-Sternenlichts an abgekühlten Staubteilchen aufzufassen ist.

E. Hertzsprung hat neuerdings (A. N. 4679) die interessante Entdeckung von Slipher, daß der Meropenebel ein kontinuierliches Spektrum zeigt, und zwar nur dieselben dunklen Linien, die der Stern Merope erkennen läßt, durch Vergleich der Schwärzung der Photographie dieses Plejadennebels mit der des Sternes selbst bestätigt. Hiernach ist das Licht des Nebels nur reflektierte Strahlung des Zentralsterns, woraus folgert, daß die Flächenhelligkeit des Nebels erheblich geringer sein muß als die, welche einer vollkommen weißen diffusen Reflexion des Sternenlichtes entspricht. Unter vollkommen weißer diffuser Reflexion versteht Hertzsprung eine solche, die beliebiges auffallendes Licht ohne Verlust zurückwirft und zwar so, daß das reflektierende Flächenelement, von allen Richtungen aus gesehen, dieselbe scheinbare Flächenhelligkeit zeigt. Aus Helligkeitsmessungen der Nebelteile, welche die Plejadensterne Merope, Maya und Elektra umgeben, hat Hertzsprung festgestellt, daß ihre Flächenhelligkeit an ihren hellsten Stellen noch immer um etwa 4 bis 5 Sterngrößen schwächer ist als sie bei vollkommen weißer Reflexion sein würde. Bevor wir nicht eine genaue Kenntnis der Entfernung der Plejaden und der Größe der sie umgebenden Nebelteilchen erlangt haben, können wir auch nicht viel über die Masse der Nebel aussagen. Jedoch kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit schon jetzt behaupten, daß nur wenige Sterne eine so intensive Nebelumgebung zeigen wie die Plejadensterne.

Die Sterne

Schon in den frühen Nachmittagsstunden tauchen im Dezember die helleren Sterne auf dem nur schwach erleuchteten Himmelsuntergrunde auf. Es ist daher dieser Monat besonders gut geeignet, die Schuljugend an der Hand unsrer Sternkarten mit den Stern-

bildern vertraut zu machen. Nehmen wir die im Weltall, Heft 23, erschienene Sternkarte am 1. Dezember zur Hand, so haben wir auf ihr den Stand der Sterne an diesem Tage um 6 Uhr vor uns. Am 15. Dezember können wir sie um 5 Uhr zum genauen Zurechtfinden am Himmel benutzen. Wollen wir am 1. Dezember die schon um 4 Uhr sichtbaren Sterne identifizieren, so bedürfen wir dazu der Karte aus Heft 21, die für den 1. September abends 10 Uhr zusammengestellt ist, aber auch für den 1. Oktober abends 8 Uhr, den 1. November 6 Uhr, den 1. Dezember 4 Uhr gilt. Es tauchen in der Dämmerung die Wega, Deneb und Atair auf, welche das große rechtwinklige Dreieck am Himmel bilden; am Osthimmel bemerkt man zuerst Kapella und Aldebaran, dann werden auch die hellsten Sterne der Kassiopeja, Andromeda, des Perseus und Widders sichtbar. Tief im Süden erscheint der Fomalhaut, im Maul des Fisches, welcher für die Seefahrer eine willkommene Marke des Südpunktes bildet. Schon am Ende der astronomischen Dämmerung sind auch die schwachen Sterne am Himmel erschienen, so daß die Sternbilder leicht erkannt werden können. Es ist zu berücksichtigen und sehr interessant zu verfolgen, wie ein Sternbild nach dem andern am westlichen Horizont verschwindet und neue Bilder am Osthimmel auftauchen, so daß abends um 10 Uhr die Sternbilder sichtbar sind, die auf dem Umschlagblatt dieses Heftes verzeichnet sind. Nur die Sterne, die in dem sogenannten Circumpolarkreis stehen, werden durch die Drehung des Sternenhimmels nicht unter den Horizont geführt, sondern ändern einzig ihre Lage zum Polarstern. Ebenso interessant, wie das Verfolgen dieser Lageänderung, ist es zu beobachten, wie sich in wenigen Stunden die Ekliptik in bezug auf den Horizont verschiebt.

Die Planeten verändern jedoch etwas den Anblick des Sternenhimmels, wie wir es jetzt in der Gegend des Stiers und der Zwillinge bemerken können. Welche Planeten gerade sichtbar sind, lehrt uns ein Blick auf unsere Planetenkarten. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sich immer nur der auf der betreffenden Sternkarte verzeichnete Teil der Ekliptik über dem Horizonte befindet. Während zuerst nur Jupiter sichtbar ist, tauchen alsbald Saturn und Mars am Abendhimmel auf.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $16^1/_2{}^h$ bis $18^1/_2{}^h$) erreicht am 22. Dezember ihren niedrigsten Stand in der Ekliptik. In früheren Zeiten wurde der Tag, von dem an die Sonne in ihrem Laufe wieder höher stieg, festlich begangen. Für die Pole hat dieser Tag die Bedeutung, daß die Sonne wieder über den Horizont steigt und die lange Polarnacht beendet ist. Der Stand der Sonne in der Ekliptik ist für den 1., 15. und 31. Dezember auf unserer Karte 1b eingezeichnet. Weitere Daten finden sich in folgender Tabelle:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Dezember 1.	—21° 46′	$7^h 56^m$ morgens	$3^h 54^m$ nachm.	$15^3/_4{}^0$
- 15.	—23° 16′	$8^h 13^m$ -	$3^h 50^m$ -	$14^1/_4{}^0$
- 31.	—23° 8′	$8^h 20^m$ -	$3^h 59^m$ -	$14^1/_4{}^0$

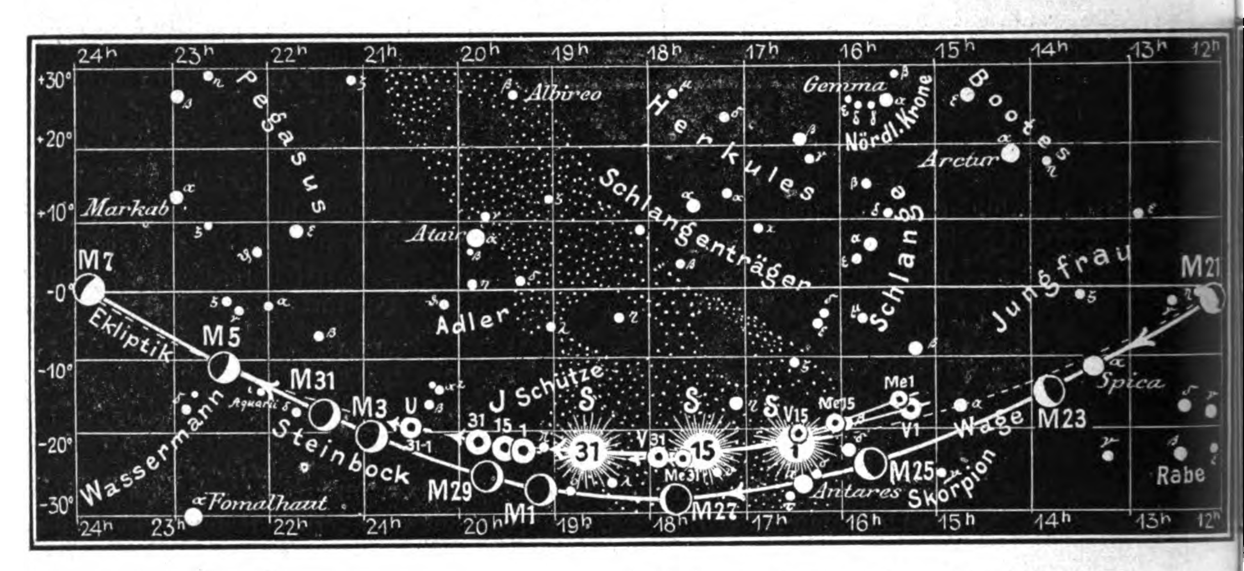
Der Mond ist in seinem Lauf und mit seinen Phasengestalten von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel:	Dez. 5. 4^h nachmittags.	Letztes Viertel:	Dez. 20. 5^h nachmittags.
Vollmond:	- 13. 4^h nachmittags.	Neumond:	- 27. 4^h nachmittags.

Im Monat Dezember sind in Berlin sieben Sternbedeckungen zu beobachten, die größte Zahl, die in einem Monat des ganzen verflossenen Jahres erreicht ist. Als noch keine telegraphischen Signale zwischen einzelnen Stationen gegeben werden konnten, dienten solche Sternbedeckungen zur Bestimmung von Längenunterschieden weit auseinander liegender Orte, da diese Erscheinung immer von einem großen Teil der Erdoberfläche aus beobachtet werden kann.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1b



S = Sonne, M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Dez. 11	17 Tauri	4,0	$3^h\ 40^m$	+ 23° 50′	$9^h\ 9^m,7$ abends	72°	$10^h\ 27^m,1$ abends	243°	Mond im Meridian $10^h\ 27^m$ abends
- 11	20 Tauri	3,9	3 41	+ 24 6	$9^h\ 59^m,9$ abends	36	$11^h\ 5^m,9$ abends	283	
- 11	η Tauri	3,0	3 42	+ 23 50	$10^h\ 57^m,3$ abends	135	$11^h\ 32^m,1$ abends	187	
- 14	136 Tauri	4,7	5 48	+ 27 36	$4^h\ 16^m,3$ morgens	175	$4^h\ 29^m,1$ morgens	198	Mond im Meridian $12^h\ 18^m$ nachts
- 16	γ Cancri	4,7	8 38	+ 21 47	$10^h\ 42^m,1$ abends	54	$11^h\ 22^m,7$ nachts	337	Mond im Merid. am 17. $3^h\ 11^m$ morg.
- 20	τ Leonis	5,3	11 23	+ 3 20	$2^h\ 3^m,5$ morgens	111	$3^h\ 7^m,7$ morgens	316	Mond im Meridian $5^h\ 41^m$ morgens
- 31	ι Aquarii	4,2	22 02	— 14 18	$6^h\ 44^m,8$ abends	20	$7^h\ 37^m,8$ abends	274	Monduntergang $8^h\ 19^m$ abends

Die Planeten

Merkur (Feld $15^1/_2{}^h$ bis $17^3/_4{}^h$) steht am 2. Dezember abends 9^h in Konjunktion mit Venus am 11. in größter Abweichung von der Sonne und am 14. in Konjunktion mit β-Scorpii. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt in der ersten Hälfte des Monats bis auf $^3/_4$ Stunden zu, jedoch wird der Planet noch vor Ende des Monats unsichtbar. Seine Entfernung, die am 1. Dezember 117 Millionen km beträgt, ist am 31. des Monats auf 201 Millionen km angewachsen. Demgemäß ist sein scheinbarer Durchmesser von 8″,5 auf 5″,0 gesunken.

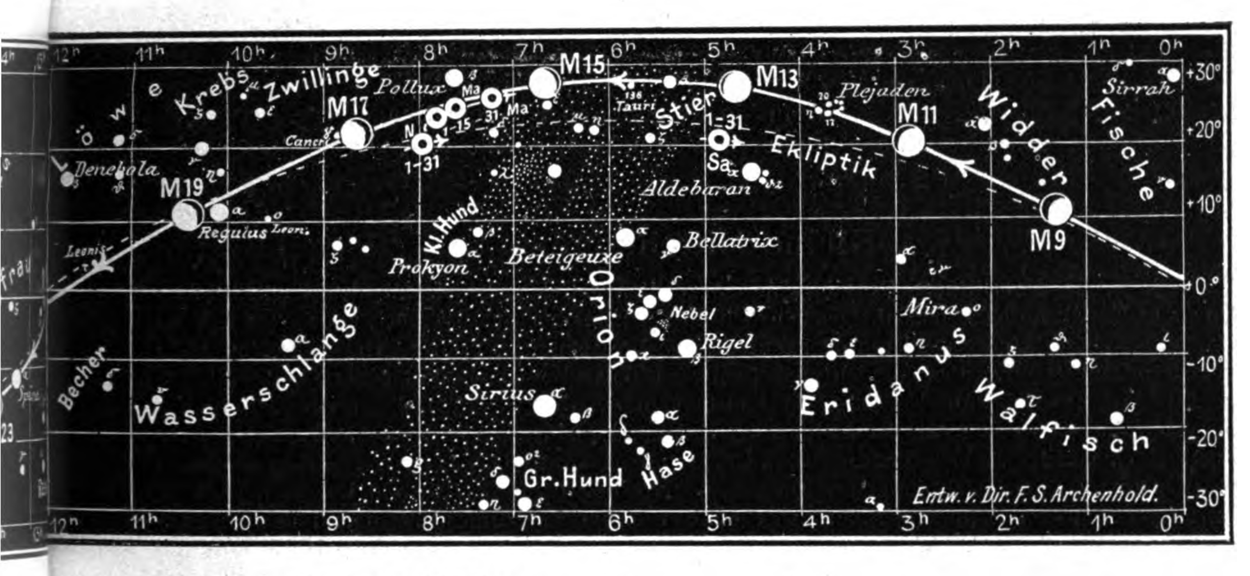
Venus (Feld $15^1/_4{}^h$ bis 18^h) kommt am 8. Dezember in Konjunktion mit δ und am 9. mit β im Skorpion. Ihr Durchmesser, der im Frühjahr fast 1′ betrug, erreicht in diesem Monat nur 10″. Ihre Entfernung ist während dieser Zeit von 43 Millionen km auf 250 Millionen km angewachsen. Sie wird Ende des Monats unsichtbar, da sie sich der Sonne immer mehr nähert.

Mars (Feld $7^3/_4{}^h$ bis $7^1/_4{}^h$) steht Mitte des Monats in Konjunktion mit dem Mond und ist in der zweiten Hälfte des Dezember schon während der ganzen Nacht sichtbar.

für den Monat Dezember 1913

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter   Sa = Saturn   U = Uranus   N = Neptun

Er ist bereits Ende des Monats in eine Nähe von 93 Millionen km gerückt, so daß seine Oberflächenerscheinungen deutlicher sichtbar werden, insbesondere auch dadurch günstig zu beobachten sind, daß er eine große Höhe über dem Horizont erreicht. Im Meridian beträgt diese sogar 64°.

Jupiter (Feld $19^1/_4{}^h$ bis $19^3/_4{}^h$) ist nur noch zu Anfang des Monats am westlichen Abendhimmel zu sehen, wird jedoch Ende Dezember bereits von der Sonne, der er sich immer mehr nähert, überstrahlt. Er entfernt sich von der Erde um 32 Millionen km während des Monats und steht am 31. bereits 907 Millionen km von uns ab. Der Polardurchmesser beträgt am 1. 31″,1, am letzten des Monats nur noch 30″,0.

Saturn (Feld 5^h) tritt am 7. des Monats in Opposition zur Sonne und da er auch in hoher Deklination steht, ist er fast 13 Stunden lang am Nachthimmel zu beobachten. Auf seiner Oberfläche sind jetzt sehr deutlich atmosphärische Gebilde in wechselnder Form und Farbe zu beobachten. Seine Entfernung beträgt über 1200 Millionen km, sein Durchmesser 19″.

Uranus (Feld $20^1/_2{}^h$) ist während des ganzen Monats nur ungünstig zu beobachten. Seine Entfernung nimmt von 3046 auf 3097 Millionen km zu.

Neptun (Feld 8^h) ist während des ganzen Monats sehr günstig zu beobachten, und es empfiehlt sich seine Aufsuchung an der Hand unsrer Planetenkarte für alle die, welche den Mars beobachten, von dem aus er durch Triangulation sehr bequem auch mit kleineren Fernrohren aufzufinden ist. Wegen seiner großen Entfernung von ungefähr 4350 Millionen km unterscheidet er sich naturgemäß nur in größeren Fernrohren von den Sternen, denn sein scheinbarer Durchmesser beträgt nur 2″,8.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Dezember	1. 5^h morgens.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
-	2. 9^h abends.	Merkur in Konjunktion mit der Venus. Merkur 1° 35′ nördlich von der Venus.
-	7. 10^h morgens.	Saturn in Opposition zur Sonne.
-	8. mitternachts.	Venus in Konjunktion mit δ Scorpii. Venus 2° 57′ nördlich von δ Scorpii.
-	9. -	Venus in Konjunktion mit β Scorpii. Venus 0° 9′ südlich von β Scorpii.

Dezember 11.	1h nachts.	Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne.
- 13.	5h morgens.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 14.	11h abends.	Merkur in Konjunktion mit βScorpii. Merkur 0° 52′ nördlich von βScorpii.
- 15.	11h -	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 26.	7h -	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 29.	2h nachts.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Die Farbe der Blitze. Es gibt eine ganze Menge Gelegenheiten für den dilettantischen Naturfreund, sich durch Beobachtungen nützlich zu machen, denn es ist noch ungeheuer viel zu erforschen, wozu keine besonderen oder nur geringe Vorkenntnisse erforderlich sind. Man sieht dem Gegenstande von vornherein auch nicht immer an, ob und welche Bedeutung er für die Wissenschaft hat. Eine solche Aufgabe ist die Feststellung der Farbe der Blitze, denn aus ihr ergeben sich Aufschlüsse über die Art der Ladung der Erde und der Wolken. Das Gebiet ist noch wenig beackert; eigentlich hat sich nur Spencer C. Russel in Epsom Downs systematischen Beobachtungen dieser Art gewidmet, die er im „Quaterly Journal of the Royal Meteorological Society“ 1908, S. 271 ff., beschrieb. Er unterscheidet zwischen den eigentlichen Blitzschlägen und den Flächenblitzen, zu denen auch das Wetterleuchten gerechnet wird. Die Beobachtungen beziehen sich auf die Jahre 1903 bis 1907. Die Häufigkeit der einzelnen Farben bei Blitzen und Flächenblitzen gibt die folgende Zusammenstellung:

	Rot	Blau	Weiß	Goldfarbig	Violett	Gelb	Orange	Grün
Blitze	37	30	25	21	14	14	7	4
Flächenblitze	17	14	26	15	11	17	6	7

Die Entstehung grüner Blitze verlegt Russel in die größten Höhen und weist insonderheit darauf hin, daß sie gewöhnlich von blauen und violetten Blitzen gefolgt werden. Bei Gewitterstürmen, die von Hagel begleitet sind, treten stets blaue Blitze auf, und Russel findet, daß diese mit derartigen Gewittern in innigem Zusammenhang stehen. Bei zehn solchen Gewittern hat er jedesmal blaue Blitze beobachtet, in drei Fällen nur solche, in fünf Fällen blaue und rote Blitze und in zwei Fällen gleichzeitig noch andere Farben. Auch über den Einfluß des Regens kann er berichten. Durch ihn werden die Blitzfarben in der Tat merklich beeinflußt; sie lassen nach Beginn des Regens an Intensität nach und bleiben auch nach dem Aufhören des Regens matter. Es ist wohl auch verständlich, daß die Art des Donners bei den verschiedenen Blitzfarben unterschiedlich ist. Roten Blitzen folgte lang rollender Donner, blauen Krachen, das sowohl in der Stärke wie in der Dauer wechselnd war, weißen Blitzen folgte Donner wie Geschützfeuer. Den stärksten Donner geben die violetten und grünen Blitze. Blaue Blitze, die die Erde treffen, lassen diese als negativ erkennen. Aber gerade in dieser Hinsicht ist noch so gut wie alles zu erforschen, und man könnte hier wie in so vielen anderen Fällen von der Hilfe arbeitsfreudiger und gewissenhafter Liebhaber viel Hilfe erhalten. L

Die luftelektrischen Elemente und die atmosphärische Störung 1912 ist von C. Dorno messend verfolgt worden. Er sagt darüber in der „Meteorologischen Zeitschrift“ 1912, Heft 12, S. 584, folgendes: „Die luftelektrischen Elemente zeigen vergrößertes Potentialgefälle, wesentlich verkleinerte Leitfähigkeit und daher kleinere und im Tagesgange etwas verlagerte Vertikalstromwerte. Bei der bekannten Lebhaftigkeit der luftelektrischen Elemente ist aber das bisher gewonnene Material noch zu klein und daher keineswegs als beweiskräftig zu erachten; ich verzichte daher vorerst auf seine Wiedergabe. Immerhin regt es an zur weiteren Untersuchung über eine mögliche Beziehung der Störung auch zu den luftelektrischen Elementen. Mehr als an Stationen des Flachlandes, wo erfahrungsgemäß andere Einflüsse die Erscheinungen stark trüben, dürfte im Hochgebirge Aussicht auf Klärung auch dieser Frage vorhanden sein. Freilich gehört dazu ununterbrochene Arbeit, und das übersteigt bei dem großen Umfange der Beobachtungsgebiete die Kraft eines einzelnen.“

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Uber die Bewegungen in Sonnenflecken

Von Dr. Willy Kruse, Heidelberg

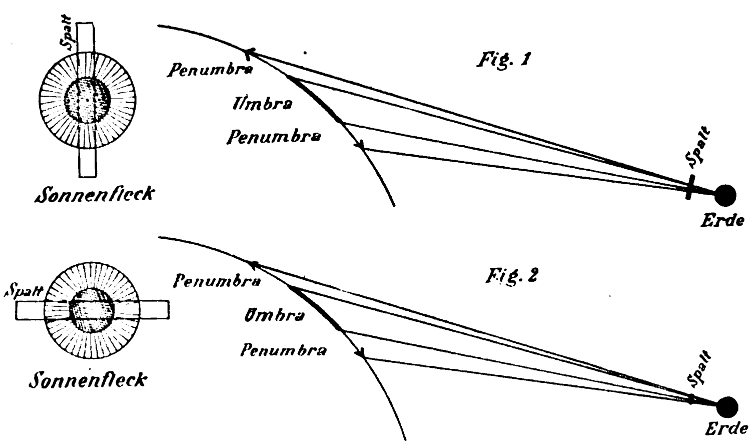
Im Frühjahr 1909 machte Evershed[1]) die Entdeckung, daß im Spektrum der Penumbra von Sonnenflecken die Fraunhoferschen Linien Verschiebungen gegen ihre normale Lage zeigen, die nicht plötzlicher, vorübergehender, sondern dauernder Natur sind. Dadurch unterscheiden sich diese Verschiebungen bereits deutlich von den Verlagerungen, die man in der Umgebung von Flecken bei plötzlichen Ausbrüchen und bei der Entstehung der Flecke findet, und die, als Wirkung von Bewegungen im Visionsradius aufgefaßt, auf eine Auf- oder Abbewegung der Gasmassen mit Geschwindigkeiten von mehreren hundert Kilometern in der Sekunde schließen lassen. An diesen zeitweise auftretenden Verschiebungen, die meist nur einige Minuten anhalten und selten im Spektrum des Flecks selbst gefunden werden, sind in der Hauptsache auch nur die Linien der höheren Chromosphäre (Wasserstoff und Kalzium) beteiligt, während die von Evershed gefundenen Verschiebungen einem sehr großen Teile der Linien der umkehrenden Schicht gemeinsam sind und nur in der Penumbra der Flecke, nicht in der Umgebung und auch nicht in der Umbra auftreten. Sie sind auch viel geringer und verlangen zu ihrer Erklärung nach dem Dopplerschen Prinzip nur Geschwindigkeiten von etwa 1 km/sec.

Wenn man den Spalt des Spektroskops durch die Mitte eines Fleckes hindurchlegt, so daß im Spektrum ein mittleres dunkles Band als Bild des Fleckenkerns entsteht, auf beiden Seiten eingefaßt von dem Spektralband der Penumbra, dann zeigt sich, daß die Absorptionslinien im Kern fast unverändert, in den beiden entgegengesetzten Teilen der Penumbra aber in gleichem Betrage, jedoch nach entgegengesetzten Richtungen verschoben sind, auf der einen Seite nach Violett, auf der andern nach Rot. Das bedeutet, wenn man an der Erklärung durch Bewegungsvorgänge festhält, daß die Bewegung in der Penumbra auf der einen Seite auf uns zu, auf der entgegengesetzten von uns weg gerichtet ist. Daß die Bewegungen parallel zur Sonnenoberfläche, senkrecht zu einem Sonnenhalbmesser, erfolgen, geht daraus hervor, daß jegliche Verschiebung bei Flecken in unmittelbarer Nähe des Mittelpunktes der Sonnenscheibe verschwindet, wo dann die Bewegungsrichtung senkrecht zum Visionsradius ist, also kein Doppler-Effekt auftreten kann. Tangential zur Sonnenoberfläche sind immer noch zwei Arten der Bewegung möglich: Die Gasmassen können in der Form eines Wirbels die (zur Oberfläche senkrechte) Achse des Flecks umkreisen, oder sie

[1]) Kodaikánal Observatory, Bulletin No. XV

können radial von der Achse nach außen oder von der Peripherie nach der Achse strömen. Auch diese Frage ist bereits durch Evershed entschieden worden.

Die Verschiedenartigkeit und der Wechsel in der Größe des Effektes lassen sich am besten bei einem Fleck in der Nähe des Sonnenrandes übersehen. Legen wir eine Ebene durch unsern Standort, den Mittelpunkt der Sonne und den des Flecks, so schneiden wir damit auf der Sonnenoberfläche einen größten Kugelkreis aus (durch Fleck und Zentrum der Scheibe). Bringen wir einen Spalt (den Spalt des Spektroskops) in diese Ebene, so schneidet er aus dem Fleck einen Durchmesser aus (Fig. 1). Bei der Annahme radialer Bewegung (in Fig. 1 und 2 durch Pfeile bezeichnet) in der Penumbra ist infolge der Kugelgestalt der Sonne im oberen Teile der Fig. 1 die Strömung von uns fort, im unteren auf uns zu gerichtet, es tritt daher der Doppler-Effekt auf, und zwar, wie die Anschauung unmittelbar zeigt, in umso geringerem Maße, je näher der Fleck dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe ist. Nehmen wir im Gegensatz dazu kreisende Bewegung im Sonnenfleck an, die senkrecht zur Zeichnungsebene erfolgen würde, so kann sich kein Doppler-Effekt einstellen, weil durch die Bewegung keine Änderung der Entfernung vom Beobachter eintritt. Legen wir jedoch den Spalt in die zur ersten Figur senkrechte Ebene (Fig. 2), dann kehrt sich das Verhältnis um. Der Spalt schneidet jetzt aus dem Fleck den Durchmesser aus, der auf dem in der ersten Lage ausgeschnittenen senkrecht steht (Fig. 2). Die radiale Bewegung im Sonnenfleck ruft keine Änderung im Spektrum hervor; die kreisende Bewegung, die senkrecht zur radialen fast in der Ebene der Figur (also des Spaltes) erfolgt, wenn der Fleck in der Nähe des Randes liegt, verursacht eine Verschiebung der Linien.



Spektralanalytische Beobachtung eines Sonnenfleckes zur Entscheidung der Frage, ob Radial- oder Wirbelbewegung

Aus dieser Überlegung ergibt sich das Kriterium: Wenn die stärkste Verschiebung der Linien auftritt, sobald der Spalt den Fleck in der Richtung auf den Mittelpunkt der Sonnenscheibe durchschneidet, und der Effekt gänzlich verschwindet, wenn der Spalt in die dazu senkrechte Richtung gestellt wird, dann haben wir es mit einem radialen Ein- oder Auswärtsströmen der Gase in der Penumbra zu tun. Die Beobachtungen Eversheds verlangen die Annahme einer radialen Auswärtsbewegung in der umkehrenden Schicht. Das war ein überraschendes und befremdendes Resultat, denn die nicht lange zuvor gelungene Entdeckung des Zeeman-Effektes im Spektrum der Sonnenflecke durch Hale ließ es als ausgemacht gelten, daß in den Flecken eine kreisende, eine Wirbelbewegung um die Achse stattfinden muß, weil auf anderem Wege die Entstehung des Magnetfeldes nicht zu erklären ist. Dieser Widerspruch — Zeeman-Effekt auf der einen und tatsächlich beobachtete radiale Bewegung auf

der andern Seite — ist erst jetzt durch eine groß angelegte Untersuchung von St. John[1]) aufgelöst worden.

St. John legt den Spalt des Spektroskops in die Richtung durch Fleckenkern und Sonnenmitte, um stets den maximalen Effekt zu erhalten. Ein ohne weitere Vorrichtungen aufgenommenes Spektralbild würde in der Mitte das Fleckspektrum zeigen, zu beiden Seiten das der Penumbra, das allmählich in das normale Sonnenspektrum übergehen würde. St. John blendet bei einer ersten Aufnahme z. B. den den Mittelpunkt enthaltenden Teil der Sonne bis zum Rande der Penumbra ab, so daß das Spektralbild unten mit dem dem Sonnenmittelpunkte zugekehrten Penumbrarande abschließt. Unmittelbar darauf wird mit einer entsprechenden Abblendung ein zweites Spektralbild auf die Platte gebracht, für das die obere Begrenzung mit dem dem Sonnenrande zugekehrten Rande der Penumbra zusammenfällt, und zwar so, daß die beiden entgegengesetzten Ränder der Penumbra unmittelbar aneinander liegen. Auf diese Weise treten die Verschiebungen in ihrem doppelten Betrage in die Erscheinung.

Um ein möglichst umfassendes Bild von den Vorgängen zu gewinnen, hat St. John die Untersuchung auf eine sehr große Zahl von Linien in allen Teilen des Spektrums ausgedehnt (im Ganzen 506). Es sind möglichst viele verschiedene Elemente (27) berücksichtigt worden und für jedes Element Linien mit großen Unterschieden in der Intensität; insbesondere ist eine große Reihe von Eisenlinien vermessen worden. Die Liste enthält Elemente von besonders hohem Atomgewicht wie Barium, Blei, Niobium, und andererseits Linien, die bekanntermaßen ihren Ursprung in den höheren Schichten der Chromosphäre haben, so die Kalziumlinien H und K und die rote Wasserstofflinie H_α (sämtlich sehr intensiv).

Für alle diese Linien wurde die Verschiebung an den Rändern der Penumbra gegen die Lage im normalen Sonnenspektrum (hinreichend weit vom Fleck) gemessen. Wenn vorläufig nur die Intensitäten 0 bis 10 (nach Rowlands Skala) in Betracht gezogen werden, ergibt sich im Durchschnitt eine Verschiebung von

0,014 A für den violetten Teil (mittlere Wellenlänge 4017[2])
0,026 A - - roten - (- - 6121)

Zunächst ist zu ersehen — nicht nur in dem hier angegebenen Mittel, sondern auch in jeder Intensitätsgruppe einzeln — daß den größeren Wellenlängen die größere Verschiebung zukommt. Setzt man die Verschiebung proportional der Wellenlänge, wie es dem Doppler-Effekt entspricht, und reduziert die beiden obigen Zahlen auf die Wellenlänge 5000, so werden sie tatsächlich erheblich genähert: 0,017 bezw. 0,021. Es besteht infolgedessen eine große Wahrscheinlichkeit, daß die Verschiebungen auf Bewegungen in der Sehrichtung zurückzuführen sind.

Mit gleicher Deutlichkeit tritt die Abhängigkeit der Verschiebungen von der Intensität der Linien hervor (die schon von Evershed bemerkt worden ist). In der folgenden Tabelle sind die mittleren Verschiebungen von 193 Eisenlinien, nach der Intensität geordnet, aufgeführt, daneben die den Verschiebungen entsprechenden Geschwindigkeiten im Visionsradius:

[1]) Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory No. 69. Astrophys. Journal Vol. XXXVII No. 5

[2]) Einheit der Wellenlänge ist 1 Ångström = 0,0000001 mm

Intensität	Verschiebung	Geschwindigkeit	Intensität	Verschiebung	Geschwindigkeit
1	0,028 A	1,68 km/sec	5	0,019 A	1,14 km/sec
2	25	1,50	6	16	0,96
3	23	1,38	7	12	0,72
4	21	1,26	8	09	0,54

Aus der gleichmäßigen Abnahme der Verschiebungen bei zunehmender Intensität lassen sich wichtige Schlüsse ziehen. Es liegen Gründe für die Annahme vor, daß im Durchschnitt die Linien von geringerer Intensität in den tieferen Schichten der Sonne verursacht werden, die stärkeren dagegen in den höherliegenden Schichten. Unter dieser Voraussetzung besagt die durch die Tabelle ausgedrückte Gesetzmäßigkeit, daß innerhalb der Schichten der Sonnenatmosphäre, in denen die Linien der Intensitäten 0 bis 8 entstehen, die Geschwindigkeit der von der Fleckenachse nach außen strömenden Gasmassen mit zunehmender Tiefe wächst.

Die oben benutzten Werte für die einzelnen Intensitäten sind jedoch Mittelwerte. Innerhalb jeder Intensitätsgruppe bestehen Unterschiede in der Größe der Verschiebungen; es zeigt sich, daß für eine bestimmte Intensität die Linien im Violett weniger verschoben sind als die im Rot. Nimmt man jetzt umgekehrt die durch die Beobachtungen angezeigten Geschwindigkeiten als Maßstab für die Tiefe, so ist die festgestellte Tatsache so zu deuten, daß die roten Linien einer bestimmten Intensität aus einer tiefer gelegenen Schicht stammen als die violetten Linien derselben Intensität, daß *wir also sozusagen im roten Licht tiefer in die Sonne hineinsehen als im blauen.* Das läßt sich als eine Wirkung der Lichtzerstreuung erklären, die umgekehrt wie die 4. Potenz der Wellenlänge wächst. Rote und violette Linien, die in demselben Niveau entspringen, sind um etwa 2 Stufen an Intensität verschieden, wie die folgende Tabelle zeigt:

Intensität der Linien im Violetten	Intensität der Linien im Roten	Verschiebungen im Violetten	Verschiebungen im Gelb-Roten	Intensität der Linien im Violetten	Intensität der Linien im Roten	Verschiebungen im Violetten	Verschiebungen im Gelb-Roten
1	3	0,026 A	0,026 A	4	6	0,018 A	0,020 A
2	4	24	21	5	7	17	15
3	5	19	23	6	8	13	13

Bis jetzt war nur von Linien die Rede, deren Intensität geringer als 10 ist. Sie zeigten durchweg Auswärtsbewegungen in der Penumbra an, die mit wachsender Tiefe an Geschwindigkeit zunehmen. Gänzlich entgegengesetzt verhalten sich die Linien des Spektrums, deren Intensität 10 überschreitet. Sie zeigen eine entgegengesetzt, von der Peripherie nach der Achse gerichtete Bewegung, deren Geschwindigkeit um so größer ist, je höher die Schicht liegt.

Ein übersichtliches Bild von der räumlichen Anordnung der Bewegungen gibt die Fig. 3. Sie ist als Vertikalschnitt durch die Fleckenachse aufzufassen. Die Ordinaten stellen in ganz willkürlichem und auch in der Figur nicht einheitlichem Maße die Höhen der Schichten über der Photosphäre dar. In den verschiedenen Höhen sind als ausgezogene Abszissen die gemessenen Geschwindigkeiten ihrer Größe nach aufgetragen, der Pfeil gibt die Richtung der Bewegung an. Im unteren Teile sind hauptsächlich die Eisenlinien (Fe) verwertet (die Intensitäten sind hinzugefügt), im oberen sind die Linien, die den gezeichneten Wert ergeben haben, angegeben. (H_2 und K_2 sind die hellen Umkehrungen der H- bezw. K-Linie, H_3 K_3 die doppelte, dunkle Umkehrung).

Beim ersten Anblick könnte man zu der Meinung kommen, in dem Diagramm das Bild des Ein- und Ausströmens der Gase in einem wirklichen Wirbel (Cyklon, Tornado) zu sehen. Gegen diese Auffassung sprechen jedoch sehr starke Gründe. Zunächst wird schon die scheinbare Symmetrie des Bildes aufgehoben, wenn man überlegt, daß die Dimensionen oberhalb und unterhalb des Niveaus der Geschwindigkeitsumkehr ganz verschiedene sind. Der untere Teil stellt eine Schicht von etwa 3500 km Höhe dar, während der obere mehr als 20000 km abbildet. Dafür wächst allerdings die Dichtigkeit sehr stark beim Übergang in die tieferen Schichten, ja sogar so stark, daß die im unteren Teile nach außen bewegten Massen in einem unmöglichen Verhältnis stehen zu den oben einströmenden Mengen. Eine Schätzung ergibt, daß die Masse der einströmenden Gase nur etwa $^1/_{300}$ von der der ausströmenden beträgt. Dazu kommt noch, daß an der zentrifugalen Strömung sämtliche 27 untersuchten Elemente beteiligt sind, nach innen aber nur Kalzium (H, K), Wasserstoff (H_α, H_γ, H_δ), Magnesium (b_1, b_2), Natrium (D_1, D_2) und mit geringen Geschwindigkeiten die höher liegenden Dämpfe von Eisen und Aluminium fließen. Es ist also gänzlich auszuschließen, daß die durch die Untersuchung erkannten Bewegungen einen selbständigen Vortex bilden, weil dafür Gleichgewicht der ein- und ausströmenden Mengen vorausgesetzt werden muß.

Die Wirbel, die in unserer Atmosphäre als Cyklon, Tornado und vielleicht am anschaulichsten als Wasserhose auftreten, zeigen etwa den folgenden Typus: Sie bestehen aus zwei deutlich unterschiedenen Teilen, einem unteren und einem oberen, die durch eine enge Einschnürung getrennt sind, gleichsam aus zwei Trichtern, die mit ihren Spitzen aufeinander gestellt sind. An der Einschnürungsstelle herrscht die stärkste vertikale Strömung (von unten nach oben) und zugleich die heftigste kreisende Bewegung. Die Stärke dieser beiden Bewegungen nimmt nach oben und unten allmählich ab. Statt ihrer tritt eine radiale Bewegung auf, die nach oben und unten an Stärke zunimmt, und zwar strömen die Luft- bezw. Wassermassen oberhalb der Einschnürung nach außen, unterhalb nach innen. Theoretisch nimmt die radiale Geschwindigkeit ohne Ende zu; es versteht sich jedoch von selbst, daß in der Praxis unten die Erdoberfläche eine Grenze bildet und oben von einer gewissen Ebene ab infolge der Trägheit der über dem Wirbel liegenden Luft eine allmähliche Abnahme der Geschwindigkeiten bis auf Null stattfinden muß.

Eine dem geschilderten Typus des irdischen Tornado analoge Form nimmt St. John auch für den Vortex der Sonnenflecke an. Das durch die Untersuchungen gewonnene Bild hat diese Form nicht, da die Richtungen der radialen Bewegungen vertauscht sind (die Unmöglichkeit, es als Vortex anzusehen, war oben nachgewiesen). Nach St. John reicht der eigentliche Vortex nur bis zum Niveau der Geschwindigkeitsumkehrung, und zwar ist nur der alleroberste Teil mit den allmählich nach oben zu Null abnehmenden Geschwindigkeiten für das Spektroskop erreichbar. Könnten wir in tiefere Schichten eindringen, so würden wir auf Radialbewegungen stoßen, die mit größerer Tiefe an Geschwindigkeit abnehmen (wie sie in Fig. 3 durch die gestrichelten Abszissen angedeutet sind). In diesen tieferen Schichten beginnt auch erst die kreisende Bewegung, die, ebenso wie die vertikale, an der engsten Stelle des Wirbels ihre größte Geschwindigkeit erreicht. Durch diese Vorstellung ist die für den Zeeman-Effekt nötige kreisende Bewegung angenommen und zugleich erklärt, warum die spektroskopischen Beobachtungen sie nicht zeigen konnten. Es ist auch un-

wahrscheinlich, daß auf dem bisher verfolgten Wege eine Beobachtung möglich werden wird, da der Ursprung der schwächsten Fraunhoferschen Linien noch oberhalb dieser Strömung zu liegen scheint; es könnte vielleicht gelegentlich bei den allerschwächsten Linien eine Andeutung zu finden sein. Dasselbe gilt auch für die vertikale Bewegung.

Die Bewegungen oberhalb der Geschwindigkeitsumkehr, die etwa an der Grenze zwischen der Chromosphäre und der umkehrenden Schicht stattfindet, stellen sich hiernach als ein sekundärer Vorgang dar, der hervorgerufen sein kann durch die allgemeine Tendenz der höchsten Chromosphärengase, abzusteigen, die über den Flecken noch verstärkt wird durch die dort herrschende tiefere Temperatur. Die sinkenden Gase werden beim Eintritt in die umkehrende Schicht in die nach außen gerichtete Strömung hineingezogen. Der

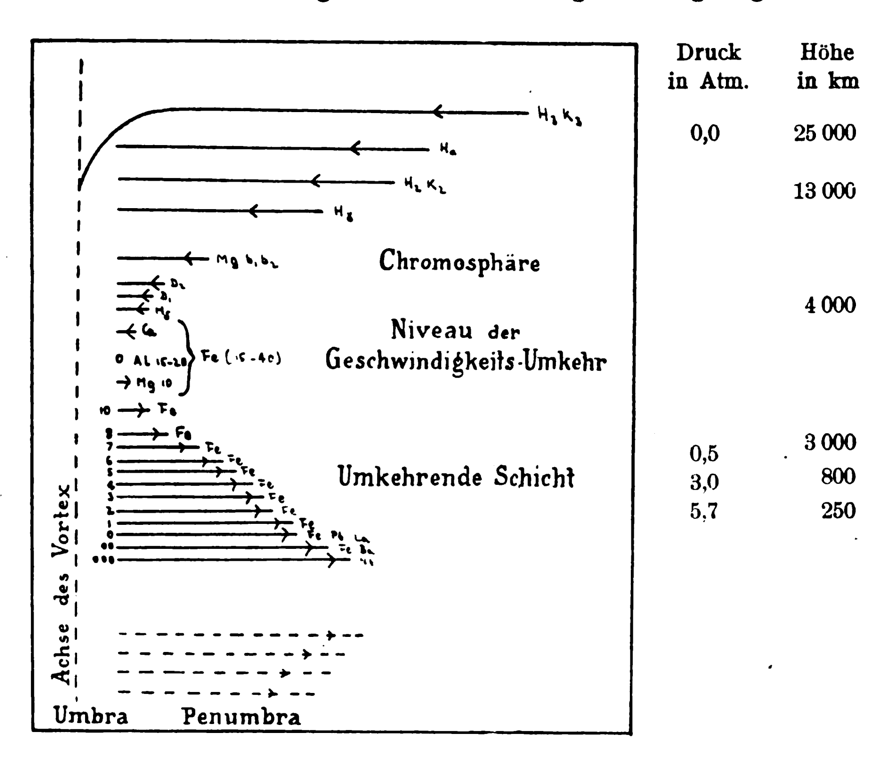


Fig. 3. Durchschnitt durch die Chromosphäre und die umkehrende Schicht in einem Sonnenfleck.

dadurch eingeleitete Kreislauf wird meistens die Form eines Wirbels annehmen, der aber in Richtung und Stärke keinerlei Beziehung zu dem darunter liegenden Vortex zu haben braucht, da er nur in dessen oberste Schichten eintritt, in denen keine kreisende Bewegung mehr vorhanden ist und die Geschwindigkeiten gering sind.

Die Vorstellungen St. Johns geben zweifellos eine sehr geschlossene und ungezwungene Darstellung der Vorgänge in den Sonnenflecken. Sie beseitigen vor allem den Widerspruch zwischen dem Auftreten des Zeemann-Effektes und dem Mangel an direkt sichtbaren Anzeichen einer Wirbelbewegung, denn außer den erwähnten Erscheinungen läßt sich auch die Tatsache, daß die Spektroheliogramme der Wasserstoff- und Kalzium-Flocculi nur selten wirbelähnliche Anordnung zeigen leicht begreifen, wenn die Vorgänge in der Chromo-

sphäre als sekundärer Natur aufgefaßt werden. Eine weitere Überlegung erklärt auch das Auftreten der hellen Fackeln in der Umgebung der Flecke: In den unteren Niveaus der umkehrenden Schicht werden große lebendige Kräfte aus dem Fleck in die Umgebung übergeführt, die sich sehr schnell in andere Energieformen umwandeln. Sehr wahrscheinlich dürfte eine beträchtliche Erhöhung der Temperatur und infolgedessen der Lichtemission die Folge sein. Hiernach wäre die große Intensität der hellen Kalziumlinien (H_2 K_2) eine Wirkung der gesteigerten Temperatur in der Umgebung der Flecke.

Das vielleicht bedeutungsvollste Resultat ist jedoch der Nachweis, daß die Verschiebungen der Fraunhoferschen Linien im Penumbraspektrum ein, wie es scheint, ziemlich sicheres Kriterium für die Lagerung der Elemente in der Sonnenatmosphäre bilden.

Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

Feinste Wägungen

Bekanntlich gehört die Wage zu den feinsten vorhandenen Meßapparaten des Physikers, die an Genauigkeit von keinem andern überboten wird. Es dürfte kein Meßinstrument geben, das gestattet, den Wert einer Maßgröße auf etwa ein Hundertmillionstel genau zu bestimmen. Eine derartige Messung ist aber auf einer feinen Wage mit nicht allzu großer Mühe ausführbar. Eine Reihe wertvoller Untersuchungen über feinste Wagen und die Methoden der Wägungen sind in neuester Zeit von Manley ausgeführt worden.

Seine Untersuchungen erstreckten sich, wie es ja auch naturgemäß ist, auf das Verhalten des Wagebalkens. Der Wagebalken schwingt um die Mittelschneide, und an den Endschneiden hängen die Wageschalen, welche die zu vergleichenden Lasten tragen. Da der Balken bei einer guten Wage möglichst leicht sein muß, wird er sich bei Belastung der Schalen durchbiegen, und damit wird sich die Empfindlichkeit der Wage ändern. (Man bezeichnet als Empfindlichkeit einer Wage den Ausschlag, den sie beim einseitigen Hinzufügen eines kleinen Gewichtes gibt.) Diese Durchbiegung ist zunächst von den elastischen Eigenschaften des Materials des Balkens abhängig, und wird damit auch durch Temperaturänderungen merklich beeinflußt werden. Diese Durchbiegung stellt sich auch nicht immer sofort ein, sondern bedarf zu ihrer vollständigen Ausbildung einiger Zeit, geht auch nicht gleich nach Aufhören der Belastung wieder zurück usw. Neben den elastischen Eigenschaften des Wagebalkens sind sodann seine thermischen von allergrößter Wichtigkeit. Wenn bei einer bestimmten Temperatur beide Arme des Balkens genau gleich lang sind, so werden sie es bei einer Temperaturänderung meistens nicht mehr mit aller Genauigkeit sein. Denn wenn auch beide Arme selbstverständlich aus gleichem Material, z. B. Messing oder einer Aluminiumlegierung, sind, so sind derartige Stoffe doch nicht in sich so homogen, daß die Temperaturausdehnungen bei verschiedenen Teilen eines Stückes absolut gleich sind.

Diese und eine Anzahl weniger wichtiger Fragen untersuchte Manley, und gab Vorschriften an, wie man die aus elastischen Ursachen herrührenden Fehlerquellen beseitigen, und die aus thermischen durch geeignete sehr feine Temperaturmeßverfahren rechnerisch berücksichtigen kann.

Nebenher sei erwähnt, daß er feststellte, daß mancherlei Unsicherheiten in den Wägungen auch durch die Aufstellung der Wagen auf Wandkonsols und dergl. bedingt sind. Infolge Erwärmung durch Sonnenstrahlung usw. führen diese manchmal im Laufe eines Tages periodische Bewegungen aus, die scheinbare Änderungen in der Ruhelage der Wage zur Folge haben.

Nach diesen Arbeiten greift er dann eine von Landolt in Berlin bereits einmal ausgeführte Arbeit von neuem an; und zwar die Nachprüfung des Grundgesetzes der gesamten Chemie, des Gesetzes der Erhaltung der Masse. Das Gesetz besagt etwa folgendes: Nehmen wir zwei Stoffe, deren Massen wir durch Wägungen mit höchster Genauigkeit bestimmen, und lassen wir diese dann chemisch aufeinander einwirken, so daß irgend welche Umsetzungen stattfinden, so bleibt die Gesamtmasse unverändert. Genau wie Landolt brachte also auch Manley zwei Stoffe in ein ∩-förmiges verschlossenes Glas- oder Quarzgefäß, wog dieses genau und kehrte es dann um, so daß beide Stoffe, die anfänglich in den beiden Schenkeln waren, aufeinander einwirken konnten. War dieses geschehen, so wurde die Wägung wiederholt, und mußte dann eine etwaige Massenänderung erkennen lassen.

Die Wägungen wurden stets so ausgeführt, daß, um alle Unsicherheiten in der Messung des Luftdrucks, der Lufttemperatur usw. auszuschalten, stets mit zwei genau gleich großen und gleich schweren Gefäßen, die auf den beiden Wageschalen standen, gearbeitet wurde. Dann wirkte der Luftauftrieb auf beide in gleicher Weise und konnte also keine Fehler verursachen. Eine wichtige Fehlerquelle war aber folgende, genauer studierte. Auf jeder Glasfläche befindet sich ein feines dünnes Feuchtigkeitshäutchen, das bei feinsten Wägungen sehr von Bedeutung ist; bei den chemischen Reaktionen findet nun im allgemeinen eine merkliche Erwärmung oder Abkühlung statt, die das Feuchtigkeitshäutchen ändert; es ist nun recht schwierig, es nach verlaufener Reaktion wieder in den alten Zustand zurückzuversetzen, damit nicht etwa tatsächlich nicht vorhandene Gewichtsänderungen vorgetäuscht werden.

Als Ergebnis der Versuche stellte sich dann heraus, daß bei einzelnen Reaktionen wohl Massenänderungen in Beträgen bis zu einigen Hundertstel Milligramm festgestellt wurden. Da sie indessen ganz unregelmäßig lagen, dürfte wohl der Schluß durchaus berechtigt sein, daß es sich nicht um tatsächliche Massenänderungen, sondern um scheinbare, die durch irgendwelche, entweder noch nicht genügend bekannte, oder nicht ausreichend in Rechnung gezogene Beobachtungsunsicherheiten handelte, so daß also ein Zweifel an der Zuverlässigkeit des Gesetzes der Erhaltung der Masse bisher nicht vorhanden ist.

Temperaturskalen und Normalthermometer

Jedermann weiß, daß wir den Schmelzpunkt von Eis als Null Grad und den Siedepunkt von Wasser als hundert Grad bezeichnen und alle Temperaturbestimmungen auf diese Skala beziehen, indem wir den Zwischenraum zwischen beiden Festpunkten in hundert gleiche Teile teilen und die Teilung nach oben und unten gleichmäßig fortsetzen. Nun weiß man aber auch, daß verschiedene Thermometer, die in diesen Festpunkten übereinstimmen, nicht immer an anderen Stellen der Skala gleiche Angaben machen, sondern bei den am meisten gebrauchten Quecksilberthermometern wissen wir, daß sich sowohl das Quecksilber nicht überall gleichmäßig ausdehnt, und auch nicht die verschiedenen zu Thermometern verwendeten Glassorten. Viel gleichmäßiger dehnen sich Gase aus, die schon den

Vorzug haben, daß die Ausdehnung für alle Gase praktisch, abgesehen von Zuständen starker Verdichtung und Verdünnung, die gleiche ist, nämlich $\frac{1}{273}$ für einen Grad. Über eine zuverlässige Temperaturskala kann nur durch eine internationale Einigung eine Festsetzung getroffen werden, und so hat man ein Gasthermometer, das mit Wasserstoff gefüllt ist, als internationales Normalthermometer angenommen. Die Sache liegt also so, daß man den Druck des Thermometergases in einem abgeschlossenen Gefäß bei dem Eispunkt und bei dem Siedepunkt von Wasser mißt. Der hundertste Teil dieser Druckänderung wird als ein Grad bezeichnet. Mit recht großer Annäherung entspricht diese Skala der Quecksilberthermometerskala.

Als Thermometergase kommen nur Wasserstoff, Helium, Stickstoff, Argon und wenige andere in Frage. Aber auch diese zeigen noch gewisse Unterschiede als Thermometergase, die bei den höchsten und niedrigsten Temperaturen doch noch einige Grade erreichen. Es kommt das daher, daß diese Gase nicht ganz „vollkommene Gase" sind. So bezeichnet man Gase, deren Ausdehnung genau gleichmäßig erfolgt, die also genau, unabhängig vom Druck usw., dem Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetz folgen: $pv = p_0 v_0 (1 + \alpha t)$, worin p und v Druck und Volumen einer Gasmenge bei der Temperatur t Grad, p_0 und v_0 Druck und Volumen bei einer Normaltemperatur bedeuten, und α den Ausdehnungskoeffizienten der Gase, also die schon oben erwähnte Zahl $\frac{1}{273}$. Die zweite Bedingung eines vollkommenen Gases ist die, daß es bei Änderung des Raumes, den es einnimmt, falls damit keine Arbeitsleistung verbunden ist, also z. B. das Bewegen eines Kolbens, seine eigene Temperatur nicht ändert; oder, wie man es ausdrückt, daß seine innere Energie unabhängig von dem Raum ist, den es gerade einnimmt.

Das ideale Gasthermometer würde also das sein, das mit einem vollkommenen Gase gefüllt ist. Da man ein solches aber nicht zur Verfügung hat, muß man sich darauf beschränken, die Abweichungen jener Gase vom vollkommenen Gaszustand zu bestimmen, also z. B. so, daß man unmittelbar ihre Abweichungen vom Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetz mißt, wie es von sehr vielen Beobachtern ausgeführt ist, z. B. Regnault, Andrews usw., oder indem man die tatsächlich vorhandene Temperaturänderung mißt, wenn es aus einem Kessel, in dem es komprimiert ist, in die freie Luft ausströmt, wie es bereits Joule und Thomson vor beinahe 60 Jahren ausführten, oder indem man die Unterschiede in seinen Ausdehnungen mißt, je nachdem es sich bei konstant gehaltenem Volumen bei einem Grad Temperaturänderung ausdehnt, oder bei konstant gehaltenem Druck, wie es Chappuis im Internationalen Maß- und Gewichtsbureau getan hat. Aus den so erhaltenen Beobachtungszahlen kann man dann die Korrektionen wegen des nicht vollständigen vollkommenen Gaszustandes, die bei den gewöhnlich vorkommenden Temperaturen nur einige Hundertstel Grad erreichen, rechnerisch auswerten.

Diese sogenannte thermodynamische Temperaturskala soll jetzt international eingeführt werden. Es sei gleich betont, daß bei allen Messungen, abgesehen von den höchsten und tiefsten Temperaturen und Messungen allerhöchster Genauigkeit, durch diese Neufestsetzungen nichts geändert wird. Denn jetzt sind ja alle Temperaturmessungen auf Wasserstoff als nahezu vollkommenes oder, wie manchmal gesagt wird, schon mehr als vollkommenes Gas bezogen, und die notwendigen Korrektionen sind meistens praktisch unmerklich. Bei den

allertiefsten Temperaturen, in den Gegenden, in denen Luft, Wasserstoff und Helium verflüssigt werden können, und in den höheren, wo die erhitzten Körper bereits sichtbares Licht auszustrahlen beginnen, also bei etwa 600° C., sind schon merkliche unangenehme Unterschiede vorhanden, die gerade hier, bei diesen extremen Temperaturen, die für unsere Kenntnis der Konstitution der Materie von besonderer Wichtigkeit sind, eine allgemein gültige Übereinstimmung unter den Temperaturangaben von ganz besonderer Wichtigkeit machen. Insbesondere werden Temperaturmessungen bei den höheren Temperaturen, wie z. B. die Messungen, nach denen Sterntemperaturen berechnet werden, auf Grund der Wien-Planckschen Strahlungsgesetze gemacht, die die gemessenen Temperaturen in einer Skala angeben, welche genau der eines vollkommenen Gases entspricht. So wird gerade hier eine Homogenität in Temperaturangaben erzielt, die z. B. bisher bei Messungen bei etwa 600° mittels Wasserstoffthermometer und mittels der Strahlungsapparate nicht vorhanden war.

Die Einheit der chemischen Elemente

Die Zahl der bekannten chemischen Elemente wächst andauernd, und man hat immer schon Versuche gemacht, ob sich diese, bald hundert an der Zahl, nicht auf einige wenige zurückführen lassen. Durch die Forschungen auf dem Gebiet der Radioaktivität sind ja unsere Anschauungen über den Aufbau unserer Elemente stark beeinflußt worden. Wir haben keine Veranlassung, dem Radium selbst z. B. elementaren Charakter abzusprechen. Wir wissen wohl, daß es im Laufe der Jahre zerfällt, aber wir haben kein Mittel an der Hand, diesen Zerfall zu beschleunigen oder zu verlangsamen, und in seinem ganzen chemischen Verhalten unterscheidet es sich nicht von anderen „gewöhnlichen" Elementen. Es hat seinen festen wohlbestimmten Platz in dem periodischen System der Elemente von Mendelejew usw. Wir müssen also bei unserer Auffassung bleiben, daß es sich dabei um ein richtiges Element handelt; wir wissen aber auch weiter, daß Radium kein ursprüngliches Element ist, sondern sich langsam aus Uran, dem wir ebenfalls einen elementaren Charakter zusprechen müssen, gebildet hat. Weiter spaltet Radium ständig ein Element, Helium ab, bis schließlich ein neues Element, Blei, übrig bleibt.

Wir müssen also den Begriff eines Elementes insofern weiter fassen, als es sich dabei um Stoffe handeln kann, die nicht stabil sind, sondern langsam oder schnell zerfallen können, deren Zerfallsgeschwindigkeit wir aber nicht ändern können. Jedes unaufgespaltene Molekül eines solchen Stoffes trägt aber alle Eigenschaften eines stabilen Elements.

So ist es also nicht ganz unwahrscheinlich, daß die Zahl der wirklichen Elemente beträchtlich reduziert werden könnte. So wird z. B. neuerdings versucht, dem Blei den rein elementaren Charakter abzusprechen, indem man sagt, daß das durch Zerfall des Radiums entstandene Blei etwas anderes ist, als das sonst in der Natur vorkommende, wobei der wichtigste Unterscheidungspunkt ein verschiedenes Atomgewicht ist. Ob dem so ist, muß dahingestellt bleiben.

Mehr Interesse bietet ein Versuch Nicholsons. Schon eine Reihe von Jahren vor ihm hatte der auf dem Gebiete der Strahlungen und Radioaktivität bekannte J. J. Thomson ein „Atommodell" angegeben, indem er annahm, daß in den einzelnen Atomen die Elektronen bestimmte naturgemäße, durch die gegenseitige Anziehung und Abstoßung bedingte Stellungen einnehmen. So gelang es

ihm, allgemeine Eigenschaften der Elemente vorauszusagen und zusammenzufassen. Hieran knüpfte nun Nicholson an. Er gelangte dabei zu vier Urelementen, die ausreichend sein sollten, alle Elemente durch Kombinationen untereinander zu bilden; und diese Urelemente sollten nicht nur rein theoretische Gebilde, sondern bereits bekannt sein. Das eine sollte das Coronium sein, dessen Spektrum in der Sonnenatmosphäre bekannt ist, sodann der Wasserstoff, drittens das Nebulium, ein allerdings noch sehr hypothetisches Element, dessen Spektrum in den Nebelflecken zu finden ist, und endlich das Protofluor, das ebenfalls in der Sonnenatmosphäre vorhanden ist. Aus theoretischen Annahmen berechnet er ihre Atomgewichte zu 0,513 für Coronium, 1,008 für Wasserstoff (H), 1,6277 für Nebulium (Nb) und 2,3607 für Protofluor (Pf). Dann weist er nach, daß aus diesen letzten drei Elementen nur sich die übrigen als ganze Vielfache jener Atomgewichte berechnen lassen. So z. B.

		Atomgewicht berechnet	Atomgewicht beobachtet
Helium (He) . .	= 1 Nb + 1 Pf	3,988	3,99
Lithium	= 1 He + 3 H	7,01	6,94
Beryllium . . .	= 3 Pf + 2 H	9,097	9,10
Bor	= 2 He + 3 H	11,00	11,00
Kohlenstoff . .	= 2 He + 4 H	12,008	12,00
Stickstoff	= 2 He + 6 H	14,02	14,01
Sauerstoff . . .	= 3 He + 4 H	15,996	16,00
Natrium	= 4 He + 7 H	23,008	23,01
Argon	= 10 He	39,88	39,88

Eine derartige Übereinstimmung wird gerade bei diesen leichten Elementen kaum noch als Zufall anzusehen sein. Bei Elementen mit hohem Atomgewicht würde sie weniger beweisend sein, da man durch geeignete Auswahl der einzelnen Vielfachen der drei in Frage kommenden Stoffe wohl leicht eine gegebene große Zahl mit guter Annäherung wird erreichen können.

Aber damit nicht genug. Diese Theorie fand noch eine eigenartige Stütze, indem sich durch sie berechnen ließ, welche Spektrallinien das Element Nebulium zeigen müßte, und sie ergaben sich tatsächlich als identisch mit den astronomisch bereits bekannten. Eine vorausgesagte Linie war wohl nicht bekannt, aber sie fand sich noch auf einer älteren photographischen Aufnahme, wo sie infolge ihrer Schwäche nicht beachtet war.

Endlich erwiesen sich auch 16 Linien des Spektrums der Sonnenkorona mit den berechneten Linien für Protofluor identisch.

Es soll mit Vorstehendem natürlich nicht gesagt sein, daß die Nicholsonsche Theorie eine Lösung des Problems des Aufbaues der Atome ist, die allen Ansprüchen gerecht wird, indessen sind ihre Ergebnisse wohl weitgehend und überraschend genug, um eine nähere Prüfung zu verdienen.

Die Astronomie im Jahre 1913[1])

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Schwarzschild

Magnetismus der Sonne

Eine Einwirkung der Sonne auf den Magnetismus der Erde ist seit langem bekannt. Die Richtung der Magnetnadel schwankt ein wenig (um einige Bogenminuten) im Laufe jedes Tages und diese Schwankung ist etwa doppelt so groß in den Jahren maximaler Sonnenfleckenanzahl, wie in den Jahren geringster Sonnenfleckenanzahl. Ferner besteht ein enger Zusammenhang zwischen großen Sonnenflecken einerseits, starken magnetischen Störungen und Nordlichtern auf der Erde andrerseits. Man darf sich indessen diese Einwirkung keineswegs so vorstellen, als ob die Sonne direkt eine magnetische Fernwirkung ausübte. Dazu müßte sie bei ihrer ungeheuren Entfernung von der Erde ein Magnet von ganz unmöglich großer Stärke sein. Man ist sich vielmehr einig darüber, daß die magnetischen Beziehungen zwischen der Sonne und der Erde bewirkt werden durch elektrisch geladene Teilchen, welche aus den Störungsgebieten der Sonne, vorwiegend der Nachbarschaft der Sonnenflecken, ausgeschleudert werden und die Erdatmosphäre treffen, daß der Einfluß also nicht auf einer Fernkraft, sondern auf Massenübertragung von der Sonne auf die Erde beruht.

Die Annahme magnetischer Kräfte auf der Sonne selbst war früher rein hypothetisch. Sie ist aber vor vier Jahren überzeugend dargetan worden durch Hales Entdeckung des Zeemann-Effektes in Sonnenflecken. Wenn man eine Natriumflamme zwischen die Pole eines starken Magneten bringt, so wird jede an sich einfache Spektrallinie des Natriums, wie Zeemann fand, durch das Magnetfeld aufgesplittert, in eine Reihe von dicht beieinander befindlicher Spektrallinien zerlegt. Die Stärke der Aufsplitterung, der Abstand der Komponenten, wächst proportional der Stärke des magnetischen Feldes. Hale hat nun gefunden, daß im Spektrum der Sonnenflecken genau dieselbe Vervielfältigung der Linien auftritt, wie bei terrestrischen Versuchen im Magnetfeld, in solcher Übereinstimmung aller Einzelheiten, daß man an der gemeinsamen Ursache nicht zweifeln kann. Aus der Größe der Aufsplitterung ergab sich für verschiedene Flecken ein Magnetfeld vom 4000- bis 9000fachen des Magnetfeldes der Erde.

Wenn die Sonne als ganzes ein so starkes Magnetfeld hätte, müßte dasselbe einen beherrschenden Einfluß auf alle Vorgänge an der Sonnenoberfläche ausüben. Tatsächlich sind diese Felder rein lokale Erscheinungen, die erstens auf die Sonnenflecken beschränkt sind und die zweitens innerhalb der Sonnenflecken nur in einer ganz bestimmten Höhenschicht herrschen. Die Spektrallinien der leichten, hoch oben in der Sonnenatmosphäre befindlichen Gase zeigen nämlich auch im Gebiet von Sonnenflecken keine Aufsplitterung.

---

[1]) Diese Ausführungen sind mit gütiger Erlaubnis dem in diesen Tagen im Verlage B. G. Teubner, Leipzig, erschienenen Werke „Das Jahr 1913, ein Gesamtbild der Kulturentwicklung“ entnommen (ca. 550 Seiten Lexikon-Oktav, gebunden 15 M), das die bleibenden und wertvollen Ergebnisse des kulturellen Fortschrittes des Jahres auf allen Gebieten zur Darstellung bringt. In über 60 Beiträgen haben sich führende Fachmänner vereinigt, ein Werk zu schaffen, das durch die Verbindung von wissenschaftlicher Gründlichkeit, Beschränkung auf das Wesentliche und Allgemeinverständlichkeit jedem Gebildeten ein wertvoller Führer zum Verständnis des Kulturlebens der Gegenwart sein dürfte. — Die ersten beiden Abschnitte des Referats „Drahtlose Zeitübertragung“ und „Sonnenstrahlung“ lassen wir unberücksichtigt, weil unsere Zeitschrift über den Stoff bereits anderweit ausführlich berichtet. Siehe „Weltall“ 13. Jg. S. 278 ff u. S. 329 ff

Im letzten Jahre hat sich nun die Forschung zurückgewandt zu der früheren Frage, ob die Sonne nicht doch auch als ganzes ein Magnet ist, natürlich nicht von der großen Stärke des in den Sonnenflecken gefundenen magnetischen Feldes. Hale hat mit den gewaltigen Mitteln des Observatoriums auf dem Mount Wilson Spuren des Zeemanneffektes auch außerhalb der Sonnenflecken auf ungestörten Punkten der Sonnenscheibe nachzuweisen gesucht. Das letzte Jahr war wegen der abnormen Fleckenlosigkeit der Sonne besonders geeignet zur Durchführung solcher Versuche, welche sich auf die ungestörte Sonne beziehen. Sein Resultat, das aber noch nicht über allen Zweifel erhaben ist, war, daß in der Tat auf der Sonne ein allgemeines magnetisches Feld vom 100fachen Betrage des irdischen Feldes existiert, wobei der magnetische Nordpol der Sonne auch auf der Nordseite der Sonnenkugel liegt. Dieses Feld ist wiederum beschränkt auf eine ganz bestimmte Höhenschicht innerhalb der Sonnenatmosphäre.

In den äußersten Schichten der Sonnenatmosphäre scheint ebenfalls ein magnetisches Feld zu existieren, welches freilich nur von der Größenordnung eines Milliontels des Erdfeldes ist. Schuster hat schon vor vielen Jahren darauf hingewiesen, daß die Strahlen der bei totalen Sonnenfinsternissen sichtbaren Sonnenkorona Ähnlichkeit mit den Kraftlinien um eine magnetisierte Kugel haben. Nach neueren Untersuchungen von Deslandres lassen sich manche Eigentümlichkeiten der Formen und Bewegungen der Protuberanzen durch Bewegungen von elektrisch geladenen Partikeln in einem schwachen magnetischen Felde wiedergeben.

Neuer Stern in den Zwillingen

Am 12. März 1912 entdeckte der norwegische Volksschullehrer Enebo einen neuen Stern 4. Größe im Sternbild der Zwillinge. Nach einer Aufnahme der Harvard-Sternwarte war am 10. März an dieser Stelle noch kein Stern 11. Größe zu sehen, eine Platte vom 11. März zeigte hingegen bereits die Nova als Stern 5. Größe. Im Lauf von ein bis zwei Tagen ist demnach die Nova um etwa sieben Größenklassen gewachsen, hat ihr Licht auf das 1000fache vermehrt. Vom 12. März an nahm die Helligkeit der Nova dann wieder mit geringen Pendelungen langsam ab. Ende des Jahres war sie auf die 7. Größe herabgesunken und dem bloßen Auge schon wieder unsichtbar geworden.

Es ist dies der typische Verlauf der Erscheinungen der neuen Sterne, deren fast jedes Jahr einen bringt, seitdem der Himmel visuell und photographisch sorgfältig überwacht wird. Die spektroskopische Beobachtung der Nova von 1912 war insofern besonders begünstigt, als das frühe Stadium höchsten Glanzes der Nova gut beobachtet wurde. Die Analyse des Spektrums hat neben vielem noch unverstandenem die eine klare Tatsache erkennen lassen, daß das Spektrum der Nova eine enge Verwandtschaft zum Spektrum der Sonnenchromosphäre hat, derjenigen Schicht der Sonne, in welcher sich die durch Eruption emporgetragenen leuchtenden Gase befinden. Man darf daher wohl das Aufleuchten eines neuen Sterns mit einem ungeheuer gesteigerten Eruptionsvorgang nach Art der Eruptionen auf der Sonne in Parallele stellen. Für die Annahme radioaktiver Vorgänge auf der Nova, die auf das Zusammenfallen von Spektrallinien der Nova mit den Linien radioaktiver Stoffe gegründet wurde, haben sich die Grundlagen bei näherem Studium als nicht ausreichend herausgestellt.

Bewegungen im Sternsystem

Es ist eines der größten Probleme der Astronomie, so wie es seit Newton eine Mechanik des Planetensystems gibt, auch eine Mechanik des Fixsternsystems,

der Gesamtheit der uns sichtbaren Sonnen, zu schaffen, eine Vorstellung zu gewinnen von den Bewegungen der sog. Fixsterne, den Kräften, welche auf sie wirken, und den Gesetzmäßigkeiten, die sich in ihnen zeigen. Die erste Ahnung einer Gesetzmäßigkeit ist uns aufgegangen in Kapteyns vor wenigen Jahren gemachter Entdeckung von den sog. zwei Sterntriften. Früher nahm man meist an, daß sich die Fixsterne völlig unregelmäßig, so wie die Moleküle eines Gases, durcheinander bewegen. Kapteyn fand, daß eine gewisse Vorzugsrichtung in den Bewegungen der Sterne herrscht, daß mehr Sterne parallel einer Richtung, welche die einander gegenüberliegenden Sternbilder Orion und Skorpion verbindet, laufen, als senkrecht dazu. Er knüpfte daran die Annahme, daß das Sternsystem aus zwei einander in der genannten Richtung durchdringenden, ursprünglich getrennten Systemen bestehe. In jedem einzelnen der beiden Systeme laufen die Sterne unregelmäßig durcheinander, wie die Moleküle eines Gases. Aber die starke Durchströmungsgeschwindigkeit des einen Gases durch das andre von etwa 30 km in der Sekunde bewirkt die Bevorzugung derjenigen Richtung, welche dieser Geschwindigkeit parallel ist. Eine Zerlegung des Sternsystems in zwei Partialsysteme würde natürlich von grundsätzlicher Bedeutung sein.

Das von Kapteyn gefundene Faktum der Existenz einer Vorzugsrichtung bestätigt sich an allen neu erhaltenen Daten über die Bewegung der Fixsterne. Im letzten Jahre hat Campbell es auch in den unter seiner Leitung auf der Lick-Sternwarte bestimmten Geschwindigkeiten im Visionsradius von über 1000 Sternen nachgewiesen. Hingegen kann die Zweiteilung des Sternsystems nach neueren Arbeiten von Kapteyn, Eddington, Charlier noch nicht als erwiesen gelten. Es ist vielmehr möglich, daß eine vom Verfasser dieses Referats entwickelte Vorstellung die Wirklichkeit besser trifft, nach welcher das Sternsystem einheitlich bleibt und bei der die Existenz der Vorzugsrichtung auf eine gewisse Analogie der Sternbewegungen zu den Bewegungen der Planeten zurückgeführt werden kann. Wenn die Sterne sich in dem linsenförmig gestalteten Milchstraßensystem unter ihrer gegenseitigen Anziehung in Bahnen bewegen, welche die Ebene der Milchstraße und die angenäherte Kreisform bevorzugen, so wie die Planeten die Ekliptikalebene und die Kreisform bevorzugen, so erhält man für die Sterne, die an unsrer exzentrisch stehenden Sonne vorbeiziehen — und nur von solchen näheren Sternen kennen wir die Eigenbewegungen —, die beobachtete Erscheinung: man muß nur voraussetzen, daß die Sterne nicht alle rechtläufig sind, wie die Planeten, sondern etwa gleich häufig im Sinne des Uhrzeigers, wie im entgegengesetzten, das Zentrum des Milchstraßensystems umkreisen.

H. H. Turner erklärt die Existenz der Vorzugsrichtung durch die Annahme, daß die Bewegungen der Fixsterne nicht denen der Planeten, sondern denen der Kometen ähneln, daß die Fixsterne parabelartige, langgestreckte Bahnen beschreiben und sich entweder auf dem Wege nach dem Zentrum des Systems hin oder von ihm weg befinden. Die Vorzugsrichtung deutet nach dieser Vorstellung direkt nach dem Zentrum des Systems hin. Von den beiden Alternativen, Orion oder Skorpion, entscheidet sich Herr Turner für den Orion als Systemzentrum.

Es wird die Aufgabe der nächsten Zeit sein, zu untersuchen, wie weit die geschilderten Vorstellungen mit unsern Kenntnissen von der räumlichen Verteilung, den Massen und den Gravitationskräften der Sterne sich zur Deckung bringen lassen, und es sind dadurch bestimmte mathematische Probleme gestellt, die den Anfang einer theoretischen Mechanik des Fixsternsystems bilden.

Kleine Mitteilungen

Die Extinktion des Lichtes in der Erdatmosphäre und die Energieverteilung im Sonnenspektrum nach spektralphotometrischen Beobachtungen auf der Insel Teneriffa. Die atmosphärische Hülle der Erde verschluckt selbstverständlich einen Teil des Sternenlichtes bei dessen Durchgang. Namentlich die Anwesenheit von Wasserdampf, Staub und Ruß bewirkt, daß die Sterne mitunter um einige Größenklassen an Helligkeit abnehmen. Man hat deshalb besonders früher geglaubt, Observatorien auf hohen Bergen anlegen zu müssen, um diesem auslöschenden Einfluß der Erdatmosphäre zu entgehen. Erst die genaueren Messungen haben gezeigt, daß das durchaus nicht nötig ist. Denn dort, wo reine Luft vorhanden ist, beträgt der Verlust durch die Extinktion nur wenige Zehntel einer Größenklasse. Die Auslöschung des Sternenlichtes ist aber nicht für alle Farben dieselbe, vielmehr findet eine selektive Auslöschung statt, die namentlich auch noch von dem Vorhandensein von Wasserdampf abhängig ist. Manche Strahlensorten werden von dem Wasserdampf ganz und gar verschluckt, so daß im Spektrum an jener Stelle Absorptionslinien, ähnlich den Fraunhoferschen Linien, auftreten. Viel macht das aber, wie gesagt, auf die Gesamtheit des Sternenlichtes nicht aus und beschränkt sich auf ein kleines Gebiet im gelben und roten Teile des Spektrums.

Die Extinktion des Lichtes ist trotzdem Gegenstand immerwährender Untersuchung. So hat G. Müller-Potsdam auf der Insel Teneriffa in Gemeinschaft mit Herrn Kron Anfang des Jahres 1910 spektralphotometrische Messungen angestellt, deren Ergebnisse im 22. Bande der „Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam“ veröffentlicht werden. Müller wollte ursprünglich nacheinander an drei verschiedenen Punkten auf der Insel in den Höhen 1000, 2000 und 3000 m Messungen anstellen, mußte jedoch in einer Station von 1000 m Höhe Abstand nehmen, weil in den Monaten April und Mai auf der Nordseite der Insel die Passatwolken fast täglich bis zu 1800 m Höhe aufsteigen und dadurch wenig Aussicht auf eine größere Anzahl einwurfsfreier Beobachtungstage gegeben war. Als zweite Station wurde in der Nähe des Pedrogil-Passes in 1950 m Höhe in der Nähe einer Steinhütte ein passender Ort gefunden, während als dritte Station Alta Vista gewählt wurde, eine Unterkunftshütte, die in den Jahren 1895 und 96 schon Ångström bei seinen bekannten Messungen der Sonnenstrahlung benutzt hat; die Höhe dieser Station betrug 3260 m. Die Ergebnisse zeigen, daß die mittleren Partien des Spektrums etwa bei den Wellenlängen 0,560 bis 0,570 μ beeinflußt werden; sie erweisen eine gleichmäßige Abnahme der Transmissionskoeffizienten bei diesen Wellenlängen. Welchem Bestandteil der Atmosphäre diese selektive Absorption auf die grünen Strahlen zuzuschreiben ist, läßt sich nicht ohne weiteres angeben. Müller meint, daß Wasserdampf wohl kaum in Frage kommen könne, da ja auf Alta Vista nur eine äußerst geringe Menge Wasserdampf in der Atmosphäre enthalten war. Vielleicht spiele das Ozon oder irgend ein anderes permanentes Gas in der Atmosphäre eine bisher noch unbekannte Rolle.

Vergleicht man die Transmissionskoeffizienten der verschiedenen Stationen für das sichtbare Spektrum, so ergibt sich, daß von den drei in Meereshöhe bis zu 100 m gelegenen Stationen Potsdam die günstigsten atmosphärischen Verhältnisse besitzt. Die Werte von Washington zeigen deutlich die Nähe einer großen Stadt. Die hochgelegenen Stationen Alta Vista und Mount Whitney zeigen, wie wenig die sichtbaren Strahlen während des Durchgangs durch die Erdatmosphäre an Kraft abnehmen; die roten Strahlen der Wellenlänge 0,680 μ verlieren bei senkrechtem Durchgange in drei bis vier Meter Meereshöhe nur 4 %, die Strahlen der Wellenlänge 0,430 blos 18 %.

Aus den Beobachtungen ist auch ein Wert für die Sonnentemperatur abgeleitet worden; sie ergibt sich zu 6332°, weicht also nur wenig von den nach dem Wienschen Gesetz erhaltenen Werte ab und stimmt auch sehr gut mit dem kürzlich von Kurlbaum aus Messungen in Oberägypten abgeleiteten Wert 6390° überein. L

Absorption der Sonnenwärme im Wasser. Nach den Untersuchungen von W. Schmidt (S. „Weltall“ 9. Jg. 1909, S. 303) geht von der durch die Sonne eingestrahlten Wärme durch Spiegelung an den Wasserflächen nicht weniger als ein Fünftel verloren. Die andern vier Fünftel werden aber vom Wasser verschluckt. Wie dieser Vorgang sich nun abspielt, hat Schmidt ebenfalls untersucht. Er hat zuerst festgestellt, wie Wasser sich gegen Wärmestrahlung verhält und gefunden, daß schon eine nur einen Zentimeter dicke Schicht genügt, um alle Wärmestrahlen zu verschlucken. Die Lichtstrahlen werden dagegen nicht so stark verschluckt, denn die Lichtwirkung reicht im Wasser bis zu etwa 100 Meter hinab. Tiefer dringt das Licht nicht mehr ein, nur die blauen und ultravioletten Strahlen haben noch das Vermögen, tiefer zu gelangen. Sind deshalb

die Tiefseeorganismen auf den Empfang strahlender Energie angewiesen, so können sie nur die blauen oder ultravioletten Strahlen erhalten.

Bestrahlt also die Sonne ein Gewässer, so wird die Sonnenwärme schon an die oberste Schicht abgegeben — soweit sie nicht etwa durch die Spiegelung verloren geht. Etwa ein Viertel der gesamten eingestrahlten Sonnenwärme wird dazu verbraucht, Wasser zu verdunsten. Damit geht auch die dafür verbrauchte Wärme für das Wasser selbst verloren und kommt der Atmosphäre zugute. Dort wird sie erst wieder frei, wenn Niederschläge infolge von Abkühlung eintreten. Die übrigen drei Viertel der vom Wasser verschluckten Wärme werden durch Wärmeleitung dem unterliegenden Wasser mitgeteilt. Dort häuft sich also ein Wärmevorrat an, der nicht so leicht wieder abgegeben wird wie vom Gestein. Erst wenn die außerhalb des Wassers herrschende Lufttemperatur sich stark erniedrigt und gegen die Wassertemperatur große Unterschiede zeigt, gibt das Wasser Wärme an die Luft ab. Das ist der bekannte Vorgang der wärmeausgleichenden Wirkung von Gewässern auf ihre Umgebung. — Die Untersuchungen Schmidts stimmen sehr gut mit den Messungen überein, die auf der „Pola"-Expedition in den Jahren 1890 bis 1893 gemacht wurden, und die Professor Exner am Wolfgangsee angestellt hat. L

Bücherschau

Forch, Dr. Carl, Der Kinematograph und das sich bewegende Bild. Geschichte und technische Entwicklung der Kinematographie bis zur Gegenwart. Mit 154 Abbildungen. Wien und Leipzig. A. Hartlebens Verlag. 1913.

Wie alle Einzeltechniken, so ist auch die Technik der Kinematographie in wenigen Jahren zu einer ungeahnten Entwicklung gelangt. Die Zahl der Apparate ist Legion, und so sehr sich auch überall gewisse Typen herauszubilden beginnen, begünstigt durch das Bestehen eines Normalfilmbandes, befindet sich das Ganze dennoch im fortwährenden Fluß. Wer sich in das Gebiet einarbeiten und die Technik beherrschen wollte, mußte daher aus der Praxis selbst die Kenntnisse zu ziehen suchen. Das ist schwierig und immer nur lückenhaft zu erreichen. Es ist deshalb höchst dankenswert, daß der offizielle Fachmann des deutschen Patentamtes, der die Entwicklung naturgemäß bis in die Einzelheiten genau verfolgte, ein Buch schrieb, in dem er die ganze Kinematographentechnik einer sorgfältigen Darstellung unterzog. Es war so möglich, auf die eigentlichen Quellen, die Patentschriften, zurückzugehen, eine Ausdehnung, die sonst selten in Angriff genommen wird. Es ist daher möglich, sich nach dem Werke über alle Einzelheiten genau zu orientieren, sowohl über die Apparate wie über die physikalischen Grundlagen der Kinematographie, über den Film und seine Herstellung, die Feuerschutzvorrichtungen, die Optik, die speziellen Apparate und die Geschichte des Themas. Es ist naturgemäß schwer, über das Buch ein Urteil zu fällen; nur der routinierte Fachmann kann das, und deren gibt es wenige. Es sei daher hier darauf von vornherein verzichtet und es soll genügen, auf dieses Werk hinzuweisen, aus dem jeder, der tieferes Interesse an dem Stoffe nimmt, sich orientieren kann. An einigen Kapiteln hat sich der Referent davon überzeugt. L

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Stavenhagen, W., Hauptmann a. D., **Die Taschenuhr und die Zeit.** Sonderabdruck aus „Stuttgarter militärische Blätter", 4. Jg. 1913/14, Heft 1 bis 4.

Schlesinger, Frank, On the prospect of obtaining radial velocities by means of the objective prism. Reprinted from „Proceedings of the American Philosophical Society". Vol. 52 No. 209 April 1913. 8°. 9 S.

Manley-Bendall, Le département du magnétisme terrestre de la Carnegie Institution de Washington. Bordeaux 1913. Au siège de la Société d'Océanographie du Golfe de Gascogne. 8°. 22 S.

Manley-Bendall, Le service météorologique des Etats-Unis (The United States Weather Bureau). Bordeaux 1913. Au siège de la Société d'Océanographie du Golfe de Gascogne. 8°. 54 S.

Geistbeck, Dr. Michael, Physische Erdkunde für höhere Lehranstalten. 35. Auflage. Freiburg i. B. 1913. Herdersche Verlagshandlung. Mit 133 Abbildungen. 8°. Geb. M. 2,40.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

Menhirs und Steinreihen auf dem Dartmoor (Südengland)

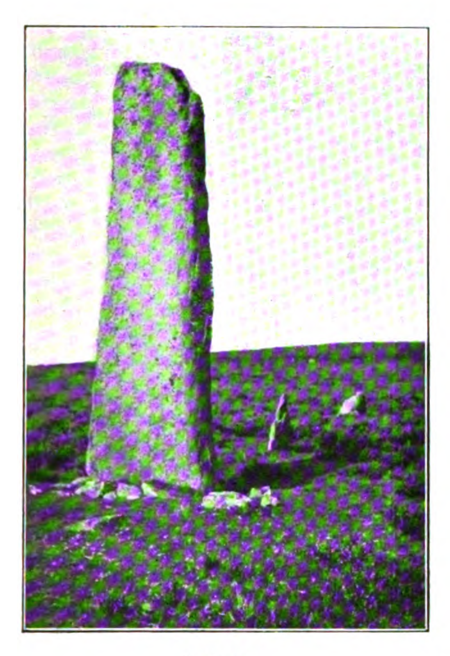


Abb. 2
Menhir bei Drizzlecombe
Höhe ungefähr $5^1/_2$ m

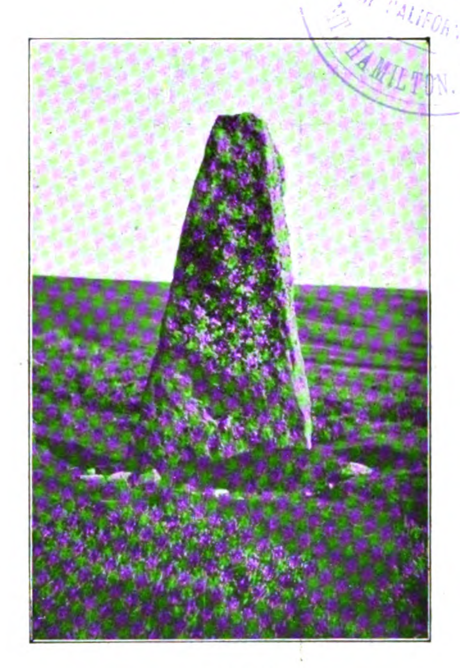


Abb. 3
Menhir bei Drizzlecombe
Höhe ungefähr 3 m

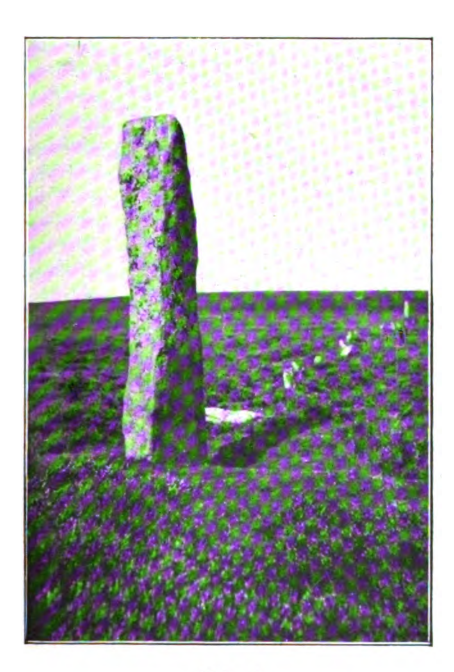


Abb. 4
Menhir und einfache Steinreihe bei Drizzlecombe. Höhe des großen Menhirs ungefähr 4 m

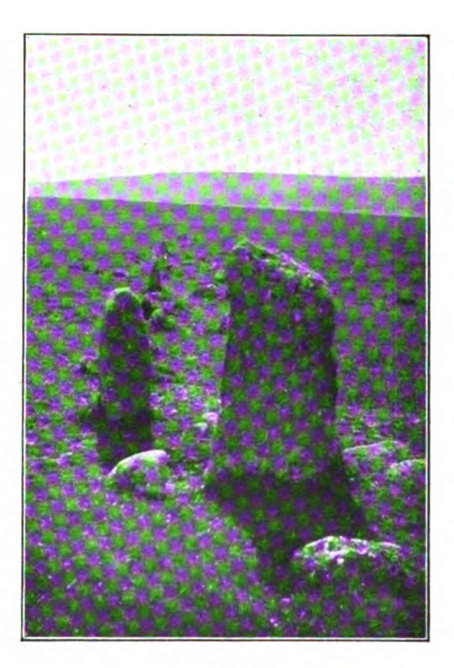


Abb. 5
Südl. Doppel-Steinreihe bei Merrivale, gesehen von Ost nach West. Der große Stein im Vordergrunde ist der „blocking“ oder „sighting stone“

Steinkreise auf dem Dartmoor (Südengland)

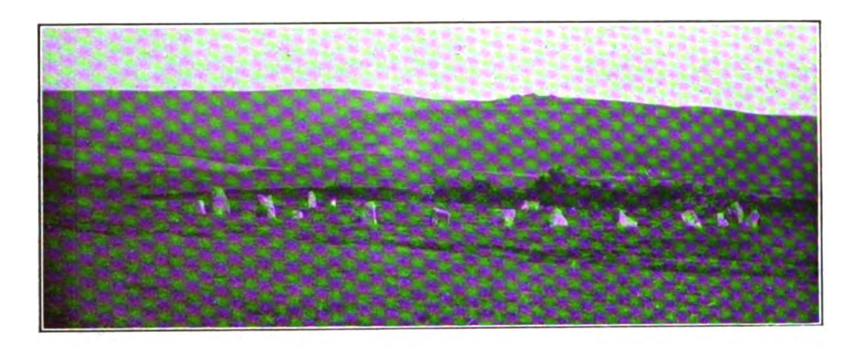


Abb. 7. Steinkreis bei Brisworthy



Abb. 8. Steinkreis bei Launceston Moor



Abb. 9. Ringmoor-Steinkreis

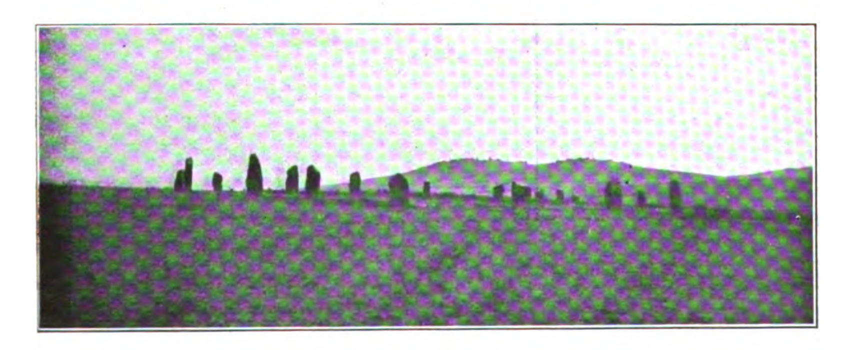


Abb. 10. Langstone-Steinkreis

Hütten-Steinkreise auf dem Dartmoor (Südengland)

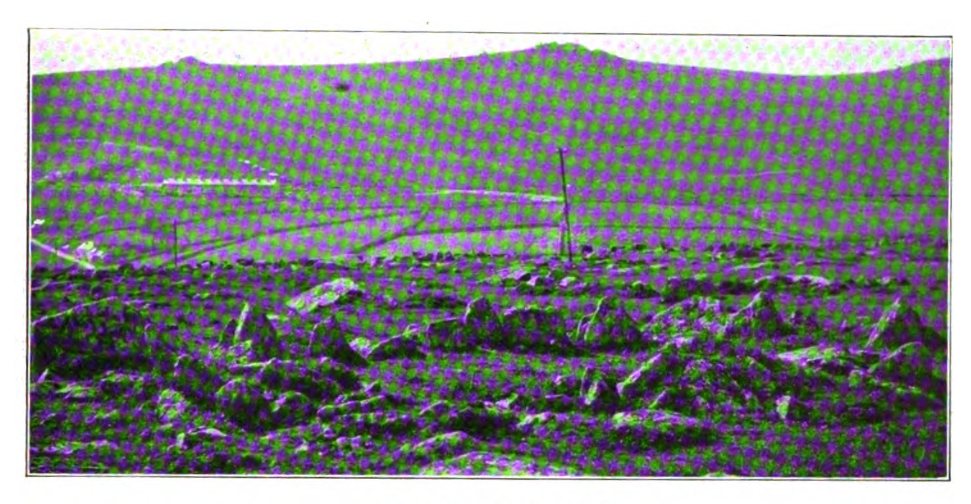


Abb. 11. Merrivale



Abb. 12. Merrivale-Princetown

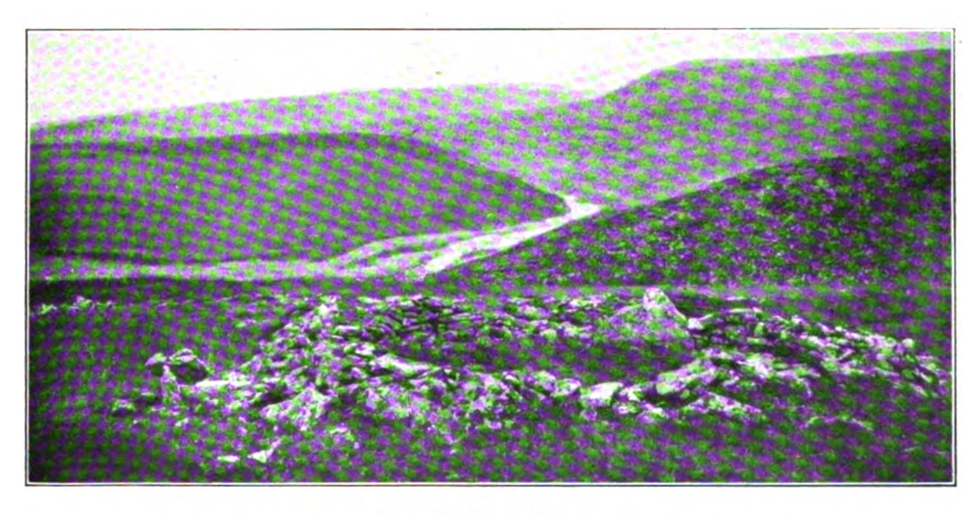


Abb. 13 Tavy-Cleave

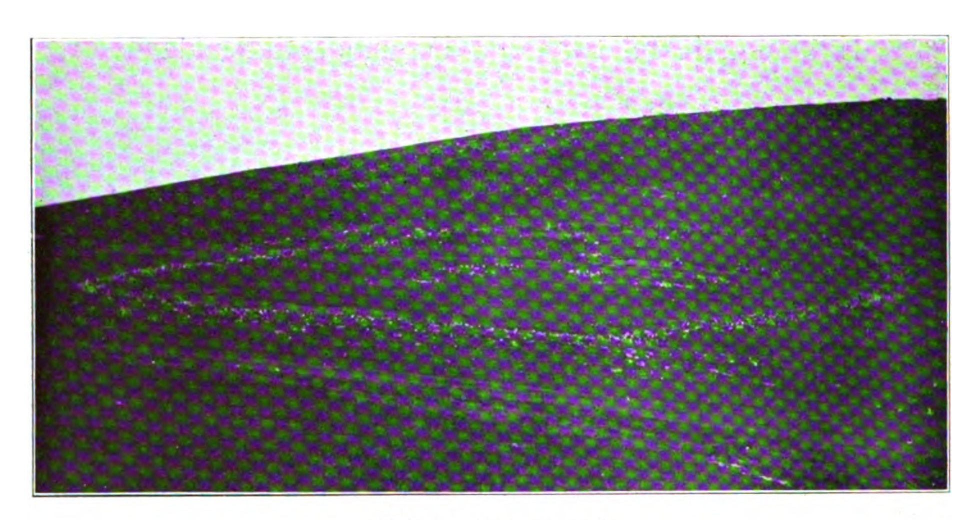


Abb. 14. Grimspound

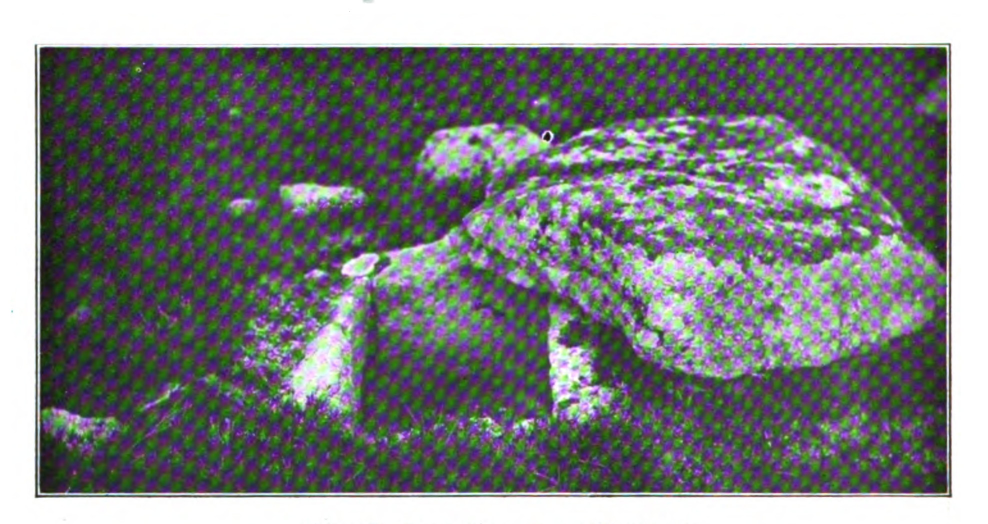


Abb. 15. Steinkistengrab (Kistvaen)



Abb. 16. Vixen-Tor bei Merrivale

INHALT

Vorgeschichtliche Baudenkmäler bei Merrivale in Südengland und ihre astronomische Deutung

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Mit einer vierfachen Beilage)

Ungefähr in der Mitte der sich weit nach Westen vorstreckenden Halbinsel Südenglands baut sich der Dartmoor Forest wie eine trutzige Gebirgsfestung auf. Man hat ihn auch „einen gewaltigen mit einer Torfschicht bedeckten Granitklumpen“ genannt. Dieser Vergleich trifft nur zum Teil das Richtige, denn eine Unzahl steiler Granitkuppen, die von zerklüfteten burgähnlichen Felsmassen, „Tors“ genannt, gekrönt werden, streben bis zu Höhen von über 600 m über d. M. vom Gebirgsmassiv empor.

Früher mögen ihm ausgedehnte Waldungen den Namen „Forest“ gegeben haben; jetzt ist im weiten Heide- und Moordistrikt der Wald fast unbekannt. Die vom Meer heranziehenden Wolken verfangen sich leicht zwischen den jäh aufsteigenden Kuppen. Wasserreiche Bäche eilen in zahllosen Fällen und Stromschnellen zum Meere hinab. Urplötzlich aufsteigende Nebelwolken gefährden den führerlosen Wanderer. Nur einige Straßen durchziehen das gleichförmige Gebiet. Öde und menschenarm ruht die granitene Heide.

Inmitten dieser Landschaft liegt an der Straße, die quer durch den Dartmoor in ungefähr westöstlicher Richtung von Tavistock nach Exeter führt, die kleine Ansiedlung Merrivale. Sie hat bei Freunden vorgeschichtlich denkwürdiger Stätten einen guten Klang, denn unmittelbar in ihrer Nähe erheben sich zwischen granitenem Geröll kleine Steinpfeiler, die sich bei näherem Betrachten in lange Reihen und kreisförmige Gebilde gruppieren. Auch in der weiteren Umgegend von Merrivale, ja über den ganzen Dartmoor Forest hin verstreut, finden sich derartige Steinsetzungen. Keine Anlage auf dem Dartmoor ist jedoch durch ihre Mannigfaltigkeit interessanter als die von Merrivale.

Der englische Schriftsteller S. Basing-Gould hebt in einer seiner Dartmoor-Idyllen besonders die Tatsache hervor, die wir zu Beginn unserer Betrachtungen beachten müssen, daß diese alten Steindenkmäler jetzt wohl kaum noch dem Beschauer ihr ursprüngliches Antlitz zeigen. Basing-Gould[1]) schreibt: „Alle aufrechten Steine, Steinkreise, heidnischen Opferaltäre und Hünengräber sind unbarmherzig als bequeme Steinbrüche geplündert worden. In sehr vielen Fällen sind die mächtigsten der aufrecht stehenden Steine zu Torpfeilern genommen, oder als Brücken über Mühlgräben und Flüsse gelegt, oder sind dazu

[1]) S. Basing-Gould, Dartmoor-Idyllen, deutsch v. O. Wilda, Breslau, 1902, S. 107/108



verwendet worden, Schuppen zu stützen; und die kleineren Steine, welche vielleicht das Gedächtnis irgend eines unbedeutenden Stammesgenossen bewahrten, sind stehen geblieben, während der große Menhir, der dem Häuptling zu Ehren gesetzt ward, verschwunden ist. Zuweilen haben die Erbauer der Neuland-Mauern einen großen Monolithen umgestürzt, in der Absicht, ihn zu zerkleinern, und ließen ihn dann liegen, weil sie kleinere Steine bequemer fanden; zuweilen transportierten sie so mächtige Steine ein Stück Weges zur neuen Mauer und warfen ihn dann fort, da sie für ihre Arme zu schwer waren, sie weiter zu befördern. Es ist ein Wunder, daß noch so viel erhalten geblieben ist nach mehr als einem Jahrtausend wüsten Plünderns."

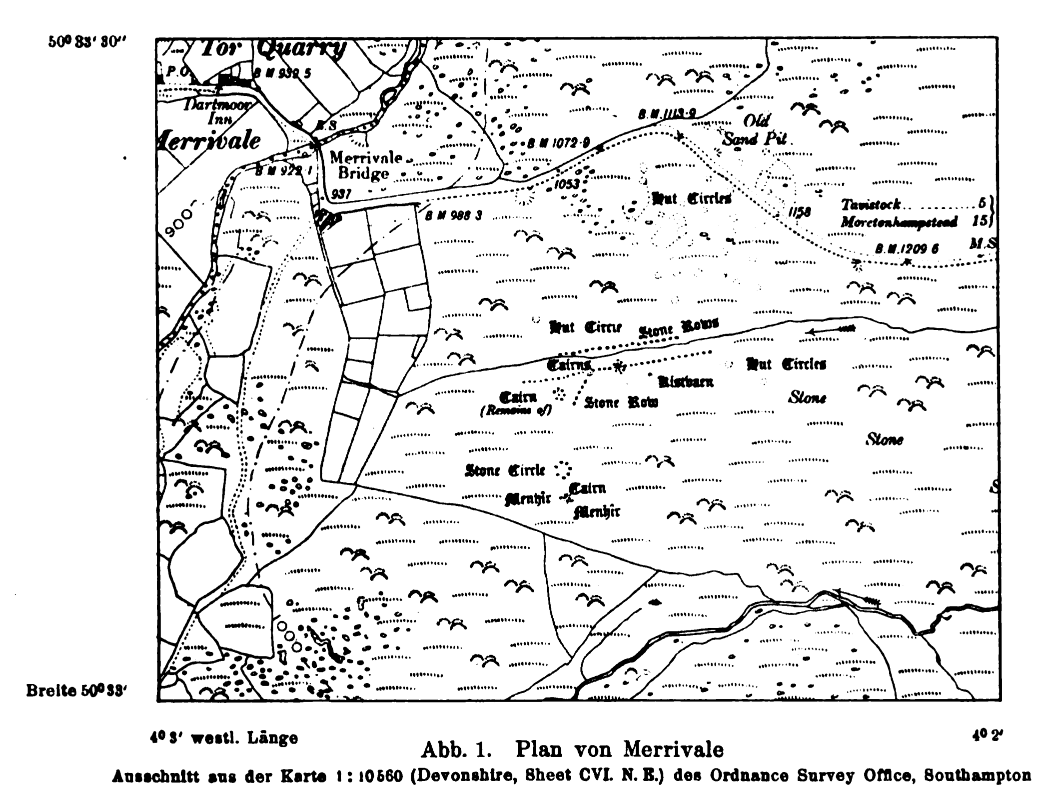


Abb. 1. Plan von Merrivale

Ausschnitt aus der Karte 1 : 10560 (Devonshire, Sheet CVI. N. E.) des Ordnance Survey Office, Southampton

Was ist nun von der Anlage bei Merrivale erhalten? Ein Blick auf die Generalstabskarte (Abb. 1) zeigt es uns. Da finden wir die Bezeichnungen Menhir, Stone Row, Stone Circle, Hut Circle, Cairn und Kistvaen. Zum Verständnis des Folgenden sind kurze Erklärungen dieser Bezeichnungen erforderlich.

Menhir ist ein aufrecht stehender großer Stein (Monolith), wie wir ihn in schöner Ausbildung bei den Steinbauten bei Drizzlecombe auf dem Dartmoor (Abb. 2 und 3 unserer Beilage) sehen. Auf die Bedeutung der Menhirs werden wir später zu sprechen kommen.

Stone Row ist eine Reihe von Steinen, die in kleinen Entfernungen (etwa je 50 cm) von einander entfernt aufgestellt sind und sich oft auf beträchtliche Entfernungen hin fast geradlinig ausdehnen. Zuweilen sind die Reihen doppelt, auch verlaufen zwei oder mehrere doppelte Reihen parallel zueinander. Abb. 4 unserer Beilage stellt die Steinreihe mit Menhirs bei Drizzlecombe, Abb. 5 die südliche Doppelreihe bei Merrivale dar. Abb. 6 zeigt eine gut ausgebildete Doppelreihe.

Die Bedeutung und der Zweck der Steinreihen ist noch nicht geklärt. Nach einigen Auslegungen haben wir es mit Prozessionswegen zu tun, nach anderen sollen sie Rennbahnen sein, sie sollen bedeckt gewesen sein, um Schutz zu gewähren, wieder andere behaupten, daß sie Reihen von Soldaten in Schlachtordnung vorstellen sollten, schließlich findet sich auch die einfache Deutung als Wegweiser oder Pfade, die bei ungünstigem Wetter den Wanderern die Richtung über die Heide, zu einer bestimmten Furt u. dgl. angeben sollten. Wir werden im Folgenden sehen, daß auch eingehende Untersuchungen über astronomische Orientierungen dieser Steinreihen angestellt worden sind.

Die gewaltigsten Steinreihen finden sich bei Carnac in der Bretagne. Dort standen und stehen noch zum Teil die Steine in nicht weniger als 9, 11 und 13 Reihen in einer 4 km langen und 300 m breiten Zone nebeneinander. Das ganze Monument soll ursprünglich aus etwa 10 000 Steinen bestanden haben.

Stone Circles sind Kreise aufrecht stehender Steine, die in kleinen Zwischenräumen von einander aufgestellt sind. Die Abb. 7 bis 10 unserer Beilage geben eine Vorstellung dieser Steinbauten auf dem Dartmoor. Die Bedeutung der Steinkreise ist ebenso wie die der Steinreihen noch in Dunkel gehüllt. Es wird vermutet, daß sie in ihrer Mitte ein Grab umschlossen, wenn ein Hügel (tumulus) die Innenfläche ausfüllte, so daß dann die Steine den Fuß des Hügels gleichsam sicherten. Es gibt aber auch tumuli ohne Steinsicherungen, gleichwie Steinkreise ohne tumuli vorkommen. Die letzte Art treffen wir überall auf dem Dartmoor an, wie die Abb. 7 bis 10 zeigen. Möglich ist, daß sich auch bei den Steinkreisen ohne tumuli Gräber in der Mitte als sogenannte Flachgräber befanden, deren Knochenreste vollkommen verschwunden sein mögen, da wohl Jahrtausende seit der Beerdigung vergangen sind, möglich ist aber auch, daß die Kreise geheiligte Bezirke einschlossen.[1])

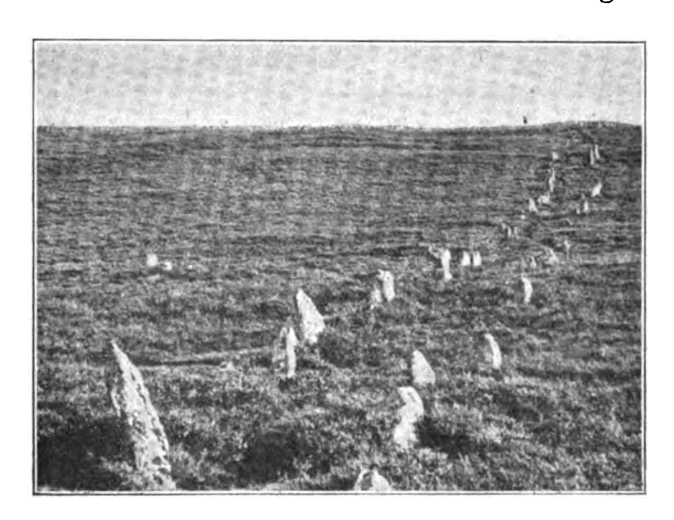


Abb. 6. Doppelte Steinreihe auf dem Dartmoor

Eine dritte Möglichkeit der Benutzung gibt der bekannte englische Astronom Sir Norman Lockyer an. Nach seiner Ansicht dienten die Steinkreise religiös-astronomischen Zwecken. In welcher Weise dies bei Merrivale geschehen sein mochte, werden wir im Folgenden sehen.

[1]) Rauber, Urgeschichte des Menschen, Leipzig 1884, S. 297. Reinhardt, der Mensch zur Eiszeit in Europa, München 1906, S. 352

Hut Circles (Hütten-Steinkreise) sind die Überreste von Wohnstätten der Erbauer der Steinsetzungen. Der Dartmoor Forest ist reich an derartigen Hut Circles. Sie bestehen aus ringförmigen Steinpackungen, deren Zwischenräume mit Sand und kleinen Steinen ausgefüllt sind. Abb. 11 bis 13 unserer Beilage geben ein Bild derartiger Steinbauten. Das Dach bestand wahrscheinlich aus Holzstangen, die mit Reisig, Laub usw. bedeckt wurden. Kleine Hut Circles mögen auch ganz aus Stein erbaut worden sein. Noch heut ist überall der Eingang zu erkennen, in manchen Fällen sind sogar die Türpfosten aus Stein erhalten. Ausgrabungen im Innern dieser primitiven Wohnungen haben ergeben, daß einzelne Teile des Bodens leicht aufgenommen werden konnten. Man vermutet an diesen Stellen die einstigen Lagerstätten. Auch Handwerkszeug wurde gefunden, so behauene Steine, die dazu dienen mochten, Knochen zu spalten und zuzurichten, ferner Steine, die vielleicht zum Warmhalten von Speisen dienten u. dgl. Der durchschnittliche Durchmesser dieser Steinhütten beträgt rund 5 m, doch gibt es auch Hütten bis zu 9 m im Durchmesser.

An einigen Stellen finden sich Gruppen von Steinhütten (Hut Settlements), die von großen kompakten Steinwällen umgeben waren. Abb. 14 unsere Beilage gibt eine derartige Anlage, Pound genannt, wieder. Dienten diese Umwallungen dem Vieh als Schutzstätten, so werden sie Drift Pounds genannt.

Unter Cairn ist eine alte Begräbnisstätte zu verstehen. Sie besteht aus einem Steinhaufen, der am Rande meist durch Steinplatten u. dergl. gestützt wird. Der Leichnam wurde auf die ebene Erdoberfläche gelegt und dann der Steinhügel darüber geschüttet. Der Leichnam scheint auch oft verbrannt worden zu sein, denn einige Cairns auf dem Dartmoor bergen Zinnurnen. Dies scheint sogar die ursprüngliche Art der Bestattung gewesen zu sein. Es ist bemerkenswert, daß oft Cairns in Gruppen zu drei gefunden werden.

Kistvaen ist ein Sarg, der aus Steinplatten zusammengefügt wurde. Die geringen Größenverhältnisse dieser Särge zeigen ($1 \times 0{,}5$ m in Länge und Breite), daß die Toten in zusammengezogener Stellung beigesetzt wurden. Wie in den Cairns finden sich auch in diesen Särgen Zinnurnen. Abb. 15 unserer Beilage gibt eine Vorstellung von einem geöffneten Kistengrabe. Alle derartigen Gräber auf dem Dartmoor sind von „Schatzgräbern“ geplündert worden.

Mit diesen sechs charakteristischen Arten sind die Haupttypen der Steindenkmäler auf dem Dartmoor erschöpft. Wir sehen also, daß sich Merrivale durch die Darbietung dieser Typen besonders dazu eignet, in den Geist der vorgeschichtlichen Kultur auf dem Dartmoor einen Einblick zu tun. Machen wir uns nun zunächst wieder an der Hand der Karte (Abb. 1) die Lage der Steinbauten bei Merrivale klar[1]):

Von Tavistock kommend überschreiten wir auf der Merrivale Bridge den Walkham River und haben nun nach einigen hundert Metern zur Rechten auf einer Anhöhe die Steinhaufen von uns. Zuerst fällt der große Menhir auf der Südseite der Anlage auf. Er hat eine Höhe von ungefähr $3^1/_2$ m. Südöstlich von ihm, durch ein Cairn getrennt, erhebt sich ein zweiter kleinerer Menhir. Fast genau nördlich vom großen Menhir sehen wir, ungefähr 40 m von diesem entfernt, einen gut erhaltenen Steinkreis (Stone Circle) von rund 20 m Durchmesser. Verfolgen wir dieselbe Richtung weiter, so führt sie uns zu dem interessantesten Teil der ganzen Anlage, zu den drei Steinreihen. Die erste von ihnen ist die kürzeste und un-

[1]) Die Besichtigung der Steinbauten bei Merrivale durch den Verfasser fand in Gemeinschaft mit dem Herrn vereideten Landmesser Leiske-Berlin im Juli 1913 statt

scheinbarste. Sie ist im Gegensatz zu den beiden anderen, die je doppelt sind, einfach. Die Karte zeigt, daß die Längen der doppelten Reihen beträchtlich sind. Das Landvolk behauptet, daß es unmöglich ist, das genaue Längenmaß der Reihen zu ermitteln, bei jeder Messung ergäbe sich ein anderes Resultat. Man erkennt aus dieser Vorstellung das Mystische, das diesen Anlagen noch heut innewohnt. Die Länge der südlichen Reihe beträgt rund 270 m, die der nördlichen rund 200 m. Beide Reihenpaare verlaufen ungefähr parallel zu einander.[1]) Ein kleiner Bach, der zum Walkham River hinabfließt, trennt die Reihen in ihrer Längsrichtung; der durchschnittliche Abstand der Reihenpaare von einander beträgt rund 30 m. Ungefähr in der Mitte der südlichen Steinreihe befindet sich ein kleiner Steinkreis. Das Ostende der Südreihe wird durch einen größeren Stein („blocking stone", s. Abb. 5 unserer Beilage), der quer vor der Doppelreihe steht, abgeschlossen. Lockyer hält derartige Steine, die man bei vielen Steinreihen in England wiederfindet, für Visierstein („sighting stone") zum Zwecke astronomischer Beobachtungen. Die durchschnittliche Höhe der einzelnen Steine mag $^1/_2$ m, ihre Entfernung von einander im Zuge der Reihen ungefähr $^1/_2$ bis 1 m betragen.

Südlich der längsten Steinreihe weist die Karte ein Kistengrab auf. Man hielt dieses Grab früher für einen Dolmen oder Cromlech. Es ist auch so im ersten Band der „Transactions of the Plymouth Institution" (1830) von Rev. Samuel Rowe[2]) beschrieben worden. Wir haben es aber hier tatsächlich mit einem verhältnismäßig gut erhaltenen Steinkistengrab zu tun. Leider sind der Deckstein und einer der Seitensteine im Jahre 1860 zerbrochen worden. Bei einer genauen Untersuchung zu dieser Zeit fand man in dem Sarge einige primitive Werkzeuge aus der Steinzeit.

Südöstlich und besonders nordöstlich der Steinreihen erblicken wir Gruppen von Behausungen des Volkes, das uns die eigenartigen Steinsetzungen beschert hat (s. Abb. 11 und 12 unserer Beilage). Die Karte weist ungefähr 30 solcher Wohnstätten, Hut Circles, nach. In ihrer Nähe, nördlich der Steinreihen, fällt eine runde Steinplatte auf, die dicht über der Erde in einer Erdmulde auf einigen kleinen Tragsteinen ruht. Dartmoor-Bewohner gaben diese Anlage für einen Dolmen aus grauer Vorzeit aus. Auch Archäologen hielten sie dafür. Doch dem war nicht so. Es stellte sich die etwas prosaische Tatsache heraus, daß dieser „Dolmen" ein Mühlstein ist, der unbrauchbar ward und deshalb hier niedergelegt wurde.

Wir wollen diese örtliche Besichtigung nicht schließen, ohne unsere Augen von den Steinsetzungen zu einem Rundblick über die weite Dartmoor-Landschaft zu erheben. Zu unseren Füßen gräbt der Walkham River sein Bett in den steinigen Boden, im Südwest ragt die Masse des Putors empor, westlich türmt sich das sphinxartig geformte Vixentor auf (s. Abb. 16 unserer Beilage), rechts der Ansiedlung Merrivale breiten sich die schweren Massen des kleinen und großen Stapletors aus, daneben das Roosetor. Nordöstlich streckt der Riese der Dartmoor-Berge, das große Mistor, sein Felsenhaupt bis zu einer Höhe von 574 m empor. Im Süden steht dicht vor uns das Kingstor und läßt seine gewaltigen Dimensionen an dem Eisenbahnzug erkennen, der sich um den Fuß des Berges zur hochgelegenen Stadt Princetown emporwindet. Jetzt ruht noch heller Sonnen-

[1]) Sir Norman Lockyer, Stonehenge and other british stone monuments, astronomically considered, London 1909, S. 154

[2]) William Crossing, Guide of Dartmoor, 2. Aufl. Plymouth, 1912, S. 95. Ein für Dartmoor-Studien empfehlenswertes Buch

schein auf dem starren Gebirgsbilde, da plötzlich verschwindet der Gipfel des Kingstors vor unseren Augen. Lautlos fließt mit unheimlicher Schnelle eine Nebelwand vom Berge herab. Wir suchen eilig die Straße zu gewinnen, doch schon umgibt uns das undurchdringliche Grau der Wolke, und der Pfad verschwimmt zwischen den Felsblöcken. Oft hängen tage- und wochenlang die Nebel auf der gleichförmigen Heide. (Schluß folgt)

Die säkulare Beschleunigung der inneren Planeten

Von Hans Passarge (Königsberg i. Pr.)

Aus umfassenden Berechnungen Newcombs hat sich ergeben, daß die Beobachtungen der Positionen von Merkur, Venus und Mars nicht ganz genau mit dem Gravitationsgesetz in Übereinstimmung sind. Es handelt sich dabei aber um so geringe Beträge, daß man eine größere Frist berücksichtigen muß, um den Unterschied festzustellen. Man bezeichnet diese Anomalien daher als säkulare Störungen oder besser und genauer als säkulare Beschleunigungen: der Planet legt innerhalb einer Frist von rund 100 Jahren einen größeren Weg zurück, als es bei strenger Gültigkeit des Gravitationsgesetzes der Fall sein müßte. Als fester Punkt in der Planetenbahn wird dabei das Perihel gewählt, und deshalb spricht man in diesem Zusammenhang von säkularen Perihelbeschleunigungen. Das Ergebnis der Newcombschen Berechnungen ist folgendes. Es beträgt die säkulare Perihelbeschleunigung bei

Merkur	Venus	Mars
41″,25	10″,14	8″,04

Für die auffallende Tatsache der säkularen Perihelbeschleunigung fehlt es bis heute so sehr an einer befriedigenden Erklärung, daß man sie vielfach ganz übergeht oder als unerheblichen Schönheitsfehler behandelt. Den Astronomen späterer Jahrhunderte wird das nicht mehr gestattet sein; sie werden, wenn sie rückschauend die Planetenpositionen aus den Beobachtungen vergangener Jahrhunderte überprüfen, so auffallende Unterschiede mit den Positionen aus ihren eigenen Beobachtungen feststellen müssen, daß sie daran nicht mehr vorübergehen können. Sie werden aber auch den Vorteil haben, daß sie aus längeren Beobachtungsreihen über weit zuverlässigere Werte der Perihelbeschleunigungen verfügen werden, als sie heute schon ermittelt sind. Immerhin fehlt es schon jetzt nicht an Erklärungsversuchen, von denen jedoch keiner bisher geglückt ist. Am bekanntesten ist der Versuch, die Anomalie bei Merkur, dessen Beschleunigung den größten Wert hat, durch die Annahme zu erklären, daß es einen intermerkurialen Planeten gibt, der sich bisher der Auffindung entzogen habe. Es ist aber mehr als einmal nachgewiesen worden, daß es einen solchen intermerkurialen Planeten nicht geben kann, daß vielmehr Merkur wirklich und endgültig der sonnennächste Planet ist und bleibt. Überdies würde ein intermerkurialer Planet oder ein Mond, wie ihn Härdtl als Trabanten des Merkur vermutete, allenfals die säkulare Beschleunigung für Merkur, nicht aber auch für Venus und Mars erklären, und aus dieser vollkommmen richtigen Erwägung heraus suchen denn auch alle neueren Hypothesen, die zur Erklärung der Perihelbeschleunigungen aufgestellt wurden, die Quelle der Anomalie an der zentralen Stelle, also im Gravitationsgesetz selbst; man ist so weit gegangen, diesem Gesetz nur empirische Geltung zuzuerkennen, also zu behaupten, daß das Gravitationsgesetz Newtons zwar einer sehr weit reichenden Erfahrung entspreche, nicht aber

durchaus und schlechthin allgemeine Gültigkeit habe. Andererseits ist versucht worden, an dem Gravitationsgesetz eine kleine „Verbesserung" anzubringen. Der einfachste Ausdruck des Gesetzes ist bekanntlich

$$k^2 \frac{m\ m'}{r^2}$$

Da k eine Konstante ist, und m, m' und r Werte von denkbar größter Eindeutigkeit, hat man die Verbesserungsversuche an dem Exponenten 2 des Nenners unternommen, den schon Newton selbst als nicht ganz einwandfrei ansah. Allein auch diese Versuche haben zu einem befriedigenden Ergebnis nicht geführt. (Vgl. u. a. W. Trabert, Lehrbuch der kosmischen Physik, S. 250 ff., und Oppenheim, Probleme der modernen Astronomie, S. 141 ff.)

Hier soll nun kurz gezeigt werden, daß aus der Birotationshypothese, wie sie im Jahrgang 1910 des „Weltall", Heft 18 und 19, und Jahrgang 1911, Heft 7, vom Verfasser vorgetragen wurde, eine befriedigende Erklärung für die Perihelbeschleunigungen sich ergibt, wobei vorab bemerkt werden mag, daß die dort aufgestellten Berechnungen in vielen wesentlichen Punkten der Korrektur bedürfen, daß aber die Sache selbst, nämlich die Ableitung der Schwerkraft aus einer zwiefachen Rotation der Planeten, davon nicht berührt wird. Die Kenntnis dieser Birotationstheorie wird hier also zum Verständnis des Folgenden vorausgesetzt.

Ist r der Kugelradius der Erde unter der Breite von 45° und ϱ der entsprechende Radius der inneren Erdkugel, so berechnet sich ϱ aus

$$\frac{\varrho}{r} = \frac{L}{l},$$

worin L die Länge des auf Sternzeit reduzierten Sekundenpendels für die Breite 59°,5 ist. Setzt man $L = \frac{G}{\pi^2}$, worin G der Wert der Schwerkraft unter der Breite 59°,5 ist, den man erhält, wenn man $G = g\,t^2$ setzt, worin t eine Sternzeitsekunde bedeutet, und $l = \frac{\pi\,r}{2 \cdot 10^7}$, so erhält man

$$2. \qquad \varrho_{45} = \frac{2 \cdot 10^7\,G}{\pi^3} = 6\,300\,956 \text{ Meter},$$

wenn $r_{45} = 6\,367\,387$ Meter ist.

Das Gravitationsgesetz, auf jeden einzelnen Planeten und allgemein auf jeden Himmelskörper bezogen, hat die Form

$$\frac{rd}{g} = \text{const.}$$

Wir schreiben statt dessen in Übereinstimmung mit Gleichung 2):

$$\frac{\varrho d}{g} = \text{const.}$$

oder, wenn wir d (die Dichte) durch den Quotienten $\frac{m}{v}$ ausdrücken:

$$\frac{m}{\varrho^2 g} = \text{const.}$$

Die Gaußsche Sonnenkonstante ist:

$$k^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2\,(M+m)}.$$

Wir schreiben statt dessen:

$$k'^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2\,(M+\mu)},$$

worin μ der aus dem Radius ϱ der Innenerde abgeleitete Wert für die Masse der Erde im Verhältnis zur Masse der Sonne ist, denn es ist $\mu = \frac{m\varrho^3}{r^3}$. Setzt man mit G a u ß $m = 1 : 354\,710$, dann wird hiernach $\mu = 1 : 354\,710 . 0{,}969027$. Der Wert der G a u ß schen Konstante ist $k^2 = 0{,}00029591220828$; das ergibt, wenn man statt m den Wert für μ einsetzt: $k^2 = 0{,}00029591218088$.

Die Bewegung des Planeten Merkur in einer Frist von 100 julianischen Jahren bestimmt sich aus der G a u ß schen Konstanten k zu

$n = 538\,101\,630'',93$; aus unserer Konstante k′ zu
$n' = 538\,101\,680'',75$.
Also: $n' - n = 49'',82$.

49″,82 ist mithin die aus der Birotationstheorie sich ergebende säkulare Beschleunigung des Merkurperihels gegenüber der aus dem reinen Gravitationsgesetz berechneten Bewegung des Merkur innerhalb eines Jahrhunderts. Für die anderen Planeten ergeben sich dann durch eine einfache Rechnung folgende säkularen Perihelbeschleunigungen gegenüber dem N e w t o n schen Gesetz:

Venus	Erde	Mars
19″,5	12″,007	6″,38

Die Übereinstimmung bei Mars mit den Angaben N e w c o m b s (8″,04) ist eine recht gute, bei Venus (Angabe N e w c o m b s : 10″,14) dagegen ist der Unterschied immerhin beträchtlich genug, um daraufhin die Frage nach der Existenz eines der Beobachtung bisher entgangenen Venusmondes wieder zu eröffnen. Der Unterschied bei Merkur aber ist angesichts der Schwierigkeiten, die gerade dieser Planet der sicheren Bestimmung bietet, nicht erheblich genug, um daraufhin die Untersuchung abzubrechen. Für Jupiter und Saturn ergeben sich aus der Birotationstheorie die säkularen Verschiebungen der Perihellängen zu 1″,04 und zu 0″,4, was genau mit den Beobachtungen übereinstimmt.

Im übrigen scheint mir das Wesentliche bei der ganzen Sache weniger die vollkommene Übereinstimmung mit den N e w c o m b s c h e n Angaben zu sein, die ja ihrer Natur nach nicht absolut genau sein können, als vielmehr die Tatsache, daß hiernach eine wirkliche und einheitliche Ursache der Perihelabweichungen überhaupt ermittelt ist.

Auch die auffallende stetig fortschreitende Verringerung in der Umlaufszeit des der Sonne nächsten Kometen, des E n c k e s c h e n K o m e t e n, findet jetzt eine vollkommen befriedigende Erklärung. Das ganze Rätsel besteht eben darin, daß alle theoretischen Positionsbestimmungen auf einer Konstanten, eben der G a u ß schen Sonnenkonstante, beruhen, die deshalb nicht richtig ist, weil man die Masse der Erde aus ihrem äußern Kugelradius r berechnet hat, statt aus dem Radius ϱ der innern Erdkugel. Dabei bleibt es natürlich gleichgültig, ob man bei der Berechnung von k statt des von G a u ß angenommenen Wertes für $m = 1 : 354\,710$ einen verbesserten Wert, etwa den von N e w c o m b $m = 1 : 333\,432$ oder den von L e v e r r i e r $m = 1 : 330\,000$ oder ob man einen genaueren Wert von T einsetzt. Die Tatsache der säkularen Perihelbeschleunigungen scheint mir hiernach eine neue Bestätigung der Birotationstheorie zu liefern.

Das Aristotelische Phänomen

Von H. Habenicht

Schon der berühmte griechische Philosoph hatte die Tatsache der allmählichen Austrocknung der Kontinente richtig erkannt. Er konstatierte in der Kulturgeschichte der Vorder- und Innerasiatischen Völker ein Anfangsstadium des vorwiegenden Jägerlebens bei niederschlagsreichem Klima und vielfach sumpfigem, flüsse- und seenreichem Boden, ein Stadium der Kulturhöhe des Ackerbaues, der Künste und Wissenschaften bei gemäßigtem Klima, reichen Wäldern und fruchtbarem Getreide- und Wiesenland, und ein Stadium des Verfalls durch fortschreitende Abnahme der Niederschläge, Schwinden der Wälder, Seen und Flüsse und Übergang von Wald- und Kulturland in Steppen, Stein- und Sandwüsten.

Der bekannte Geograph und Botaniker Krause, Dozent in Straßburg, hat dieses Phänomen nach seinem Entdecker das Aristotelische genannt. Bemerkenswerterweise wird diese Erscheinung von vielen modernen Naturforschern ignoriert, ihre Existenz sogar lebhaft bestritten, obgleich es kaum ein Naturgesetz geben dürfte, für das sich sowohl in der Erd- wie in der Völkergeschichte schlagendere Beweise beibringen lassen.

Die Beweise auf dem Gebiete der Weltgeschichte sind jedem Schulknaben geläufig und brauchen hier nicht angeführt zu werden. Von denjenigen auf geographischem und geologischem Gebiet wollen wir einige der wichtigsten erwähnen, da sie die kräftigsten, man kann sagen unumstößlichsten, sind. Nicht nur in der sicher beglaubigten jungen historischen Vergangenheit, auch in der Gegenwart beobachten wir mit verschwindend wenigen Ausnahmen eine unverkennbare Abnahme bei Fluß- und Seewasserbeständen. In Tirol sind während des letzten Jahrhunderts weit über hundert Seen verschwunden. Jeder ältere Bewohner Deutschlands kann in seiner nächsten Umgebung das Schwinden von Seen, die Austrocknung von Sümpfen, die Torfmorreste früherer Seen durch persönliche Erfahrung konstatieren. In meiner Jugend hatte z. B. der Siebleber Teich (in der Nähe von Gotha) eine weit größere Ausdehnung als heute, das ganze anstoßende Ried war während eines großen Teils des Jahres überschwemmt, jetzt ist er beinahe verschwunden. Zwischen Wandersleber Gleiche und Wachsenburg war vor hundert Jahren ein seeartiger Sumpf, der große Schwanensee nördlich von Erfurt, in dessen Spiegel die aufgehende Sonne vor 100 Jahren vom Inselsberg aus zu sehen war, der heute längst verschwunden ist. Die Namen Sieb- oder Seeleben, Gebesee, Weißensee erinnern an frühere große, seeartige Erweiterungen der Flußläufe.

Bei diesen Erscheinungen hat vielfach, aber keineswegs immer, die menschliche Arbeit nachgeholfen. Die hauptsächliche physische Ursache liegt klar zutage: Jeder Seezufluß schwemmt Erdreich auf dem Seeboden an, jeder Abfluß nagt durch Erosion sein Bett allmählich tiefer, sucht sich den Weg zum Meer zu erleichtern, an Raum und Zeit zu verkürzen. Dasselbe findet bei den unterirdischen Gewässern, bei Grundwasser, Reservoiren, Flußadern statt. Der Grundwasserspiegel sinkt, der Boden trocknet bis zu größerer Tiefe aus, nimmt Luft auf und erwärmt sich. Gerade in letzter Zeit haben sich diese Erscheinungen z. B. in Mitteleuropa bemerklich gemacht. Trotz des regnerischen Sommers sind starke Quellen, z. B. in Mühlberg bei Gotha, versiegt.

Diese Erscheinung, die mit geringen Abweichungen auf allen Festländern der Erde zu beobachten ist, hat natürlich auch eine Rückwirkung auf das Klima.

Wenn so große Verdunstungsflächen schwinden, muß der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre im allgemeinen geringer werden, mithin auch die Niederschläge. In den Mittelmeerländern sind die Folgen der Austrocknung eklatant. In der libyschen und syrischen Wüste finden sich ausgedehnte Städteruinen aus der Römerzeit, wo jetzt ein Einzelner verschmchtet. Die altägyptische Kultur stammt vom oberen Nil aus Äthiopien. Damals gab es eine ununterbrochene Waldverbindung zwischen Ober- und Unterägypten, wo jetzt die libysche und arabische Wüste unmittelbar an die Ufer des Nils grenzen. Mitten in der Wüste Sahara findet sich ein jetzt abflußloser See mit lebenden, wenn auch degenerierten Flußpferden. Ganz Nordafrika und Innerasien, sowie andere Erdteile sind mit einem dichten Netz ausgetrockneter Fluß- und Seebetten überzogen, die in der allerjüngsten geologischen Periode erst ausgetrocknet sein müssen. Ihre Uferspuren und Sedimente sind so frisch, als wären ihre Wasser gestern verschwunden. Die mächtigen Einflüsse von Wärme und Kälte, Sonne und Wind, Wüsten- und Steppenstaub, Schnee und Regen haben noch keine Zeit gehabt, diese Spuren zu verwischen.

Man hat gesagt, die Entwaldung der Mittelmeerländer habe der Raubabbau durch Menschen verursacht. Aber woher kamen denn die Urwälder? Doch gewiß von Naturselbstaufforstung. Warum merken wir denn heute nichts von dieser in den ungeheueren Sand- und Steinwüsten, die früher Wald- und Kulturland waren?

Die Austrocknung findet unzweifelhaft in einem viel rascheren Tempo als etwaige säkulare Bodensenkungen statt, denn sonst müßte das Gegenteil des Aristotelischen Phänomens zu konstatieren sein.

Wenn nun auch für West- und Mitteleuropa, die unter dem segenspendenden Einfluß der westlichen ozeanischen Winde liegen, keine verhängnisvollen Folgen für die nächsten Jahrtausende zu befürchten sind, so dürfte die zunehmende Austrocknung doch nicht ohne Einfluß auf unsere klimatischen und Grundwasserverhältnisse bleiben.

Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Radialgeschwindigkeit des Andromeda-Nebels

Bei der großen Bedeutung, welche die Nebelwelten für unsere kosmogonische Anschauung von der Entstehung der Sonnensysteme haben, ist jede sie betreffende neue Erkenntnis mit Freuden zu begrüßen. Da unser Milchstraßensystem auch als ein großer Nebelfleck von spiraliger Gestalt angesehen wird, über dessen Bewegung wir nur durch das Studium der Bewegung der einzelnen aus diesem Nebel bereits entstandenen Sterne Aufschluß erhalten können, ist es besonders wichtig, daß Slipher auf dem Lowell-Observatorium einen Versuch gemacht hat, die Radialgeschwindigkeit des Andromeda-Nebels zu messen. Er benutzte hierbei den 24 zölligen Refraktor mit einem kurzbrennweitigen Spektrographen, der ein schweres Flint-Prisma von 64° trägt. Um eine ausreichende Lichtstärke zu erhalten, wurde der Spalt bei der Aufnahme sehr weit geöffnet, und die Exposition bei der ersten Aufnahme am 17. September 1912 auf 6 Stunden 50 Minuten ausgedehnt. Die Ausmessung dieser ersten Aufnahme ergab eine Annäherung des Nebels von 284 km in der Sekunde. Drei weitere Aufnahmen vom 15. November, 3. und 29. Dezember 1912 ergaben 296, 308 und 301 km, sodaß als Bewegung des Nebels im Mittel 300 km in der Sekunde anzunehmen ist.

Diese ersten Aufnahmen lassen durch ihre Lichtstärke den Schluß zu, daß bei einer Verlängerung der Expositionszeit — bei der Untersuchung der Plejadennebel gelang

Slipher ja eine 21 stündige Spektralaufnahme (Vgl. Weltall, Jahrg. 13, Seite 44) — die Benutzung des Dreiprismen-Satzes, womit eine noch stärkere Zerstreuung erzielt werden kann, sogar möglich sein wird. Man darf wohl erwarten, daß noch andere Nebel in Bezug auf ihre Geschwindigkeit untersucht werden, sodaß die Frage, ob die verschiedenen Typen der Nebelwelten auch verschiedene Geschwindigkeiten im Raume haben, wie wir dies bei den verschiedenen Sternen vorfinden, in naher Zukunft ihrer Lösung entgegengeführt werden kann.

Die Sterne

Der Meridian durchschneidet am 1. Januar abends 10^h im Norden das Sternbild des Herkules, des Drachen und kleinen Bären, geht zwischen dem großen Bären und der Cassiopeja, Fuhrmann und Perseus hindurch, und durch den Stier zum Südpunkt. Der Andromeda-Nebel, der dem unbewaffneten Auge sichtbar ist, hat schon den Meridian überschritten, der zweite, auch ohne Fernrohr auffindbare Nebel im Orion steht noch auf der Ostseite des Meridians. Während der Pegasus sich im Westen dem Horizonte nähert, steigt der Löwe gegenüber im Osten über den Horizont empor. Der Stern ε im Pegasus ist ein leicht zu trennender Doppelstern. Eine gelbe Sonne 2. Größe wird von einer violetten 8. Größe umkreist; der Abstand beträgt 138″. Der arabische Name des Sternes heißt Enif. Burnham verzeichnet noch einen dritten Stern 12. Größe, der aber nur in großen Fernrohren zu beobachten ist. Der mit Messier 15 bezeichnete Sternhaufen, Rectascension $21^h\ 24^m$, Deklination $+ 11^0\ 38'$ ist groß und hell und von kugelförmiger Gestalt. Bei schwacher Vergrößerung erscheint er nur wie ein Nebel. Im Sternbilde des Löwen sind sowohl γ wie τ leicht zu trennende Paare. Nahe dem Zenit steht im Fuhrmann die Kapella, wörtlich Ziege, die von drei Geislein ε, η, und ζ, begleitet wird. Stände unsere Sonne in derselben Entfernung von uns wie die Kapella, so würde sie bei weitem nicht so hell, sondern nur wie ein Stern 6. Größe erscheinen. Durch das Spektroskop wurde Kapella als Doppelstern mit einer Periode von 104 Tagen erkannt. Das Licht gebraucht von der Kapella zu uns 50 Jahre. Diese Doppelsonnen bewegen sich 30 km in jeder Sekunde von unserm System fort.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $18^3/_4{}^h$ bis 21^h) steigt im Laufe des Jahres in ihrer Bahn um $5^1/_2{}^0$ höher, sodaß sich noch keine bemerkenswerte Zunahme der Tageslänge ergibt. In ihrer Nähe stehen Merkur, Venus, Jupiter und Uranus, ihr gegenüber Mars, Saturn und Neptun. An den anderen Stellen der Ekliptik finden sich also nur die Mitglieder des Planetoidenringes vor.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Januar 1.	$-23^0\ 4'$	$8^h\ 20^m$ morgens	$4^h\ 0^m$ nachm.	$14^1/_2{}^0$
- 15.	$-21^0\ 14'$	$8^h\ 13^m$ -	$4^h\ 18^m$ -	$16^1/_4{}^0$
- 31.	$-17^0\ 33'$	$7^h\ 53^m$ -	$4^h\ 47^m$ -	20^0

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten 1a und 1b eingetragen.

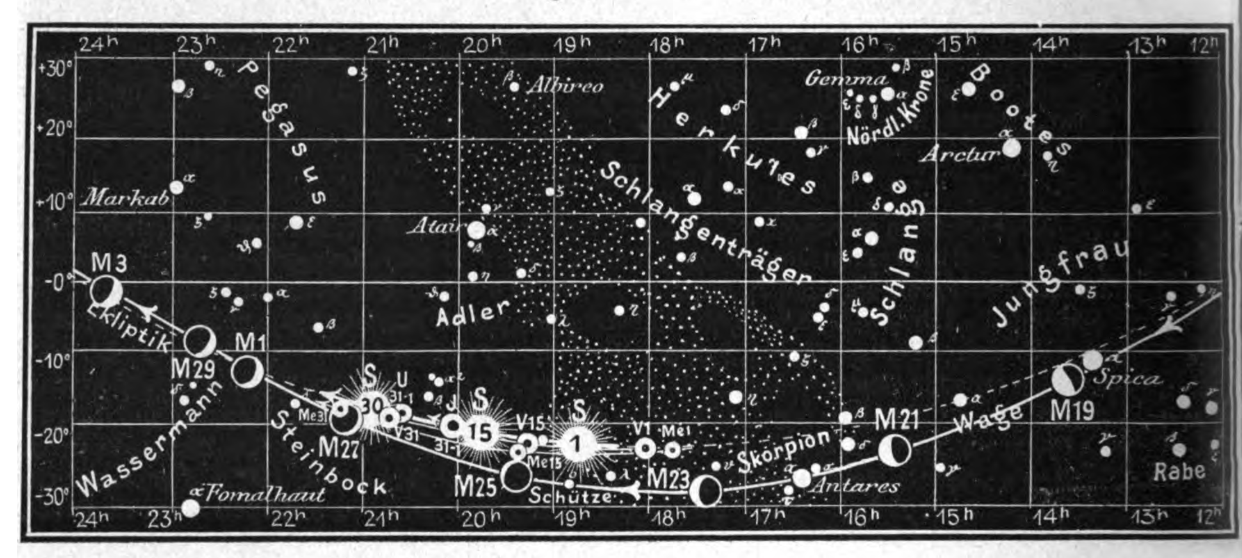
Erstes Viertel: Jan. 4. 2^h nachmittags. Letztes Viertel: Jan. 19. $1^1/_2{}^h$ nachts.
Vollmond: - 12. 6^h morgens. Neumond: - 26. $7^1/_2{}^h$ morgens.

Welche Aufgaben der Amateur-Astronom bei der Beobachtung der Mondoberfläche auch noch heute leisten kann, beweist die von Rud. König herausgegebene neue Folge des „Mondatlas" von Joh. Nep. Krieger. Der Atlas selbst vereinigt in einem Bande 57 von Krieger nachgelassene große Mondzeichnungen und in einem zweiten Bande noch 31 Abbildungen von Mondgegenden mit einem 376 Seiten umfassenden Begleittext. Wir werden auf die großen Verdienste dieser Arbeiten an anderer Stelle noch zurückkommen.



Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Im Monat Januar findet für Berlin nur eine Sternbedeckung statt, und auch von dieser ist nur der Eintritt in der Nähe des Horizontes zu beobachten.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Jan. 31.	δ Piscium	4,4	$0^h\ 44^m$	7° 7′	$10^h\ 28^m,2$ abends	32°	$11^h\ 16^m,6$ abends	297°	Monduntergang $10^h\ 49^m$ abends

Die Planeten

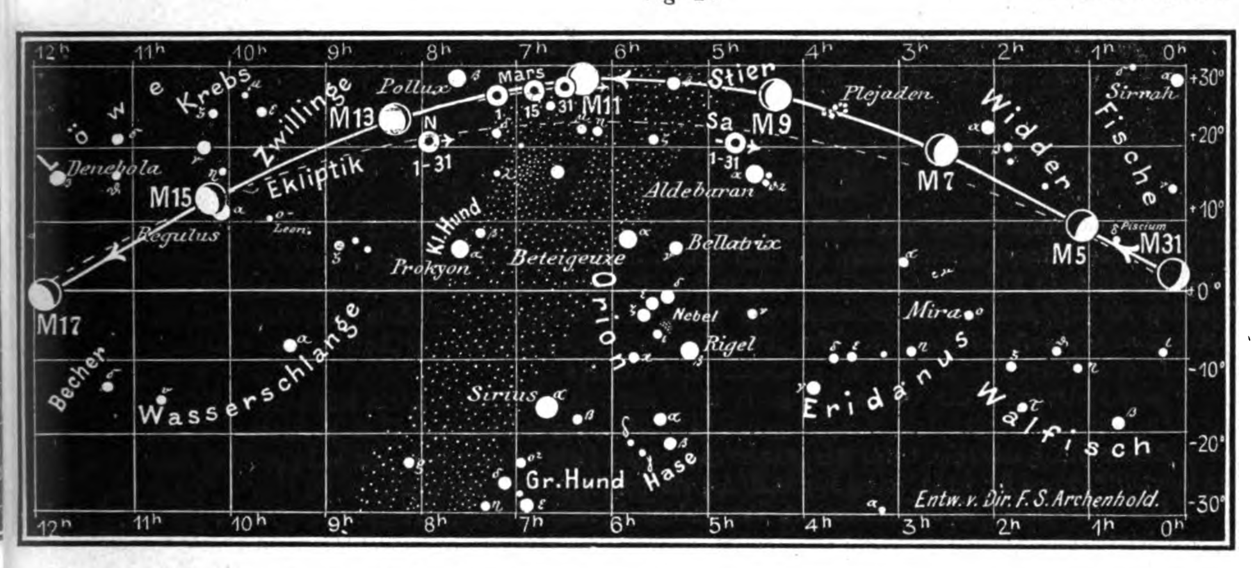
Merkur (Feld $17^3/_4{}^h$ bis $21^1/_4{}^h$) steht am 1. Januar in einer Entfernung von 202 Millionen km von der Erde und hat einen scheinbaren Durchmesser von nur 4,″9. Er ist während des ganzen Monats für das bloße Auge unsichtbar. Im Fernrohr ist er am 14. Januar kurz vor Sonnenaufgang 1°4′ südlich von der Venus aufzufinden.

Venus (Feld 18^h bis $20^3/_4{}^h$) ist nur in den ersten Tagen des Monats am Morgenhimmel eine sehr kurze Zeit lang mit bloßem Auge zu sehen. Ihre Entfernung nimmt während des Monats um 6 Millionen km zu und beträgt am 31. 256 Millionen km; dementsprechend vermindert sich ihr scheinbarer Durchmesser von 10″,0 auf 9″,8.

Mars (Feld $7^1/_4{}^h$ bis $6^1/_2{}^h$) kommt am 5. Januar in Opposition zur Sonne und am 11. in Konjunkion mit dem Monde. Am 1. Januar steht er in größter Erdnähe. Seine Entfernung beträgt an diesem Tage 93 Millionen km. Im Verlaufe des Jahres rückt er in seine größte Erdferne, die er am 24. Dezember mit 362 Millionen km erreicht. Er läuft während dieser Zeit aus dem Sternbilde der Zwillinge in das des Schützen. Da der Planet im Januar während der ganzen Nacht zu beobachten ist, so sind die interessanten Oberflächenerscheinungen, die sogenannten „Polarkalotten, Kontinente, Meere und Kanäle“, um deren Deutung noch immer heiß gestritten wird, besonders günstig zu beobachten. Da die Kanäle mit dem Fortschreiten des Marsfrühlings, der doppelt so lange dauert, als auf der Erde, entsprechend der längeren Umlaufszeit des Mars, von den Polen nach dem Äquator zu immer deutlicher sichtbar werden, so werden diese von einem Teil der Marsforscher als Träger geschmolzener Gefrierprodukte angesehen. Welche gewaltigen Schmelzprozesse in den Polar-

für den Monat Januar 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus, N = Neptun

kalotten vor sich gehen müssen, können wir uns vorstellen, wenn wir bedenken, daß sie während des langen Marswinters oft eine Ausdehnung von 140° Durchmesser erreichen, so daß ihre Begrenzung nur 20° vom Äquator abliegt. Das völlige Fortschmelzen der Polarkalotten im Verlaufe des Marsfrühjahrs konnten wir mit unserem großen Fernrohr jedes Mal deutlich verfolgen und mit ihm das entsprechende Auftreten der Kanäle nach dem Äquator zu.

Eine andere Gruppe von Marsforschern, die die gradlinigen Kanäle als unregelmäßige Linien und teilweise sogar punktförmig angeordnet sehen, faßt diese als Bruchlinien des immer mehr sich abkühlenden Mars auf. Eine ständige Beobachtung des Mars in seiner diesmaligen Erdnähe wird vielleicht auch neue Gesichtspunkte zur Entscheidung dieser Fragen ergeben. Wenn auch der scheinbare Durchmesser diesmal nur 15″ beträgt und am 31. Januar bereits auf 13″ bei einer Entfernung von 107 Millionen km zurückgegangen ist, so sind doch wegen der großen Höhe von 64°, in der diesmal der Planet steht, günstige Resultate zu erwarten.

Jupiter (Feld $19^3/_4{}^h$ bis $20^1/_4{}^h$), dessen Polardurchmesser im Januar 30″ beträgt, und dessen Entfernung von 907 auf 910 Millionen km zunimmt, wird am 20. Januar von der Sonne eingeholt und bleibt infolge der Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

Saturn (Feld $4^3/_4{}^h$), der im Sternbilde des Stiers steht, ist anfangs 13 Stunden und am Ende des Monats noch 10 Stunden lang sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 18″,9 auf 18″,1 ab, seine Entfernung von 1218 auf 1269 Millionen km zu. Die interessanten Oberflächengebilde sind ebenso wie die Trennungen in seinem Ringsystem mit unserem Fernrohr jetzt sehr günstig zu beobachten.

Uranus (Feld $20^1/_2{}^h$) ist während des ganzen Monats gleich dem ihm nahestehenden Jupiter unsichtbar. Seine Entfernung beträgt rund 3100 Millionen km.

Neptun (Feld 8^h) ist noch immer während der ganzen Nacht im Januar günstig zu beobachten. Er steht am 17. Januar in Erdnähe, wobei er immer noch 4320 Millionen km von uns entfernt ist.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Januar 5. 7^h abends. Mars in Opposition zur Sonne.
- 9. 11^h morgens. Saturn in Konjunktion mit dem Monde

Januar	11.	3^h nachm.	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
-	14.	6^h morgens	Merkur in Konjunktion mit Venus. Merkur 1° 4′ südlich von Venus.
-	17.	7^h abends.	Neptun in Opposition zur Sonne.
-	20.	5^h nachm.	Jupiter in Konjunktion mit der Sonne.

Kleine Mitteilungen

Aus der Antrittsrede von Prof. Schwarzschild in der Berliner Akademie der Wissenschaften. Es wird unsere Leser interessieren, aus dem Munde des jetzigen Leiters des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, dessen Berufung in die Berliner Akademie der Wissenschaften mit Freuden zu begrüßen ist, zu erfahren, wie dieser hervorragende Astronom die Aufgaben der Astronomie der Jetztzeit auffaßt. Wir geben daher einen Auszug aus der Antrittsrede (Sitzungsberichte d. Berliner Ak. d. Wiss. 1913. XXXII) hier wieder:

„Die Astronomie der Gegenwart zehrt nicht nur von der Tradition, sie lebt auch nicht nur vom Abglanz der Erhabenheit ihres Gegenstandes, der Unendlichkeit der Welt in Raum Zeit, sie ist vielmehr ein lebendiges Glied der gesamten jetzigen Naturwissenschaft, deren Pulsschlag auch sie durchdringt und zu deren voller Entwicklung sie wiederum notwendig ist.

Die Astronomen unterscheiden sich von andern Leuten dadurch, daß sie mit großen Fernrohren hantieren. Aber das Fernrohr ist ein physikalisches Instrument. Die ganze geometrische Optik und zum guten Teil auch die Kunst der Feinmechanik ist am Fernrohr und seiner Montierung groß geworden. Die Arbeit, in der Fraunhofer den Grund zur Spektralanalyse gelegt hat, war nach ihrem Untertitel ausgeführt „in bezug auf die Vervollkommnung der achromatischen Fernrohre".

Die Astronomen sind ferner Spezialisten des Newtonschen Gravitationsgesetzes. Aber das Newtonsche Gesetz ist das Vorbild aller bisher in der Mechanik und Physik verwandten Kraftgesetze, und die Physiker sind vielleicht nur darum weniger Spezialisten als die Astronomen, weil sie noch kein derartig generelles, das ganze Gebiet beherrschendes Kraftgesetz besitzen. Dabei berührt sich das höchste noch ungelöste Problem der Himmelsmechanik, das sogenannte Vielkörperproblem, aufs engste mit einem Problem der Physik, das an die Fundamente ihrer neuesten Entwicklung greift. Das Vielkörperproblem verlangt eine Antwort auf die Frage, welche Stellungen die die Sonne umkreisenden planetarischen Massenpunkte infolge ihrer gegenseitigen Anziehung nach beliebig langen Zeiten einnehmen werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Planeten im Lauf ungeheurer Zeiträume in alle möglichen nur denkbaren Stellungen gelangen, bei denen Energie und Impuls des Gesamtsystems ihre vorgegebenen Werte behalten, daß das Planetensystem in diesem Sinne völlig instabil ist. Aber bewiesen ist das nicht trotz der unheimlich tiefgehenden Schürfungen Poincarés. Im Wesen mit diesem Instabilitätssatze identisch, vielleicht noch wahrscheinlicher, aber ebenso unbewiesen ist die Behauptung von der ergodischen Natur gewisser mechanischer Systeme, die dem Satz von der Gleichverteilung der Energie zugrunde liegt. An dem Satz von der Gleichverteilung der Energie hängt aber die Frage, ob unsere bisherige Mechanik für Körper von Molekülgröße beibehalten werden kann oder ob sie, wie das überwiegend wahrscheinlich ist, durch Herrn Plancks Quantenhypothese ersetzt werden muß.

Es kann weiter angeführt werden, daß eine wichtige Quelle für die Elektronen- und Relativitätstheorie in einem astronomischen Probleme lag. Die astronomische Aberration ist eine Folge der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts im Äther verbunden mit der Bewegung der Erde im Weltraum. H. A. Lorentz hat sich vielfach mit der Theorie der Aberration beschäftigt und nach einer befriedigenden Anschauung über das Verhalten des Äthers, wenn große Massen, wie die Erde, sich durch ihn hindurchbewegen, gesucht, bis er schließlich den Knoten zerhieb durch völlig konsequente Durchführung der alten Fresnelschen Annahme, daß der Äther absolut starr und durch keine auf ihn wirkende Kraft zum Fließen zu bringen sei. Dadurch war die Bahn frei geworden für die Elektronentheorie. Der völlig starre Äther trat ferner so sehr aus dem Kreis der beeinflußbaren und damit näher erkennbaren Objekte heraus, daß auch die Relativitätstheorie möglich wurde, bei welcher der Begriff des Äthers nur als ein durch neue Erfahrungen vertiefter Raum-Zeitbegriff erscheint.

Elektronentheorie und Relativitätstheorie haben auch rückwärts der Astronomie schon wieder mancherlei Probleme gestellt infolge der Modifikationen der Himmelsmechanik, die sie notwendig machen. Leider handelt es sich dabei stets um Größen höherer Ordnung, die zur Zeit noch gerade

unter der Grenze der Beobachtungsgenauigkeit liegen. Aber vergönnen Sie uns noch 50 Jahre weiterer Planetenbeobachtungen mit modernen Meridiankreisen oder denken Sie die Beobachtung der Verfinsterungen der Jupitermonde — etwa mittels der lichtelektrischen Zelle — verfeinert oder lassen Sie die neuen Interferenzmethoden auf die Beobachtung von Fixsternen anwendbar werden: dann wird auch die Genauigkeitssteigerung erfolgen — im Planetensystem der Schritt von der 6. bis 7. zur 7. bis 8. Dezimale — die über die Gültigkeit der neuen Theorien unter coelistischen Bedingungen entscheidet.

Ganz besonders eng ist die Beziehung der Astronomie zu den andern exakten Naturwissenschaften natürlich auf dem Gebiete der Astrophysik. Das Dopplersche Prinzip gibt uns die Geschwindigkeiten der Sterne, die Spektralanalyse ihre chemische Zusammensetzung, das Strahlungsgesetz eine Anschauung von ihren Temperaturen. Dabei ist die Astrophysik manchmal der irdischen Physik voraus. So kennen wir in den Nebelflecken ein Element, das nach seinen Spektrallinien zweifellos ein Element sein muß, das die Astronomen Nebulium nennen und dessen Entdeckung auf der Erde zukünftige Aufgabe der Chemiker ist. Ein besonderes Desideratum haben wir zur Zeit wieder an die Physik. Wenn der Mechanismus des Leuchtens der Gase so weit aufgeklärt werden könnte, daß sich mit einiger Bestimmtheit sagen ließe, warum die Spektrallinien der Sterne so außerordentlich verschieden aussehen, bald schmal, bald breit, bald scharf begrenzt, bald verwaschen, dann würden wir sicherlich im Verständnis der physikalischen Verhältnisse in den Sternatmosphären eine Stufe weitergekommen sein und vielleicht auch ein bindenderes Urteil über die absolute Leuchtkraft der Sterne auf Grund ihrer spektralen Eigentümlichkeiten gewonnen haben. Die absolute Leuchtkraft der Sterne zu erfahren, ist darum ein so wichtiges Ziel, weil aus der Kenntnis der absoluten Leuchtkraft der Sterne, verbunden mit ihrer unmittelbar zu beobachtenden scheinbaren Helligkeit, sich ihre Entfernung und damit eine allgemeine Kenntnis der räumlichen Anordnung des Universums ergibt.

So ist der lebendigen Beziehungen zwischen der Astronomie und den Nachbarwissenschaften kein Ende. Je deutlicher das für die Vergangenheit ist, um so mehr werden Sie mir verzeihen, daß ich es auch durch Zukunftshoffnungen zu belegen suche. Mathematik, Physik, Chemie, Astronomie marschieren in einer Front. Wer zurückbleibt, wird nachgezogen. Wer vorauseilt, zieht die andern nach. Es besteht die engste Solidarität der Astronomie mit dem ganzen Kreis der exakten Naturwissenschaften. Das ist eine Überzeugung, die ich gegenüber Anschauungen, welche die Astronomie auf einen Isolierschemel setzen wollen, bei dieser feierlichen Gelegenheit um so lieber betone, als sie gewiß von der Mehrheit dieses Kreises geteilt wird. Wer von Ihnen im praktischen Leben steht, der schätzt vielleicht sogar die Astronomie über Gebühr hoch ein, weil er bei der Physik ernüchtert wird durch ihren bereits allzu engen Kontakt mit der täglichen Notdurft; die vom Irdischen unberührte Astronomie bleibt ihm aber die rechte Wissenschaft für Feiertagsgedanken. Innerhalb der Akademie selbst bin ich der Anerkennung der Astronomie als eines lebendigen Gliedes im Gesamtorganismus der Naturwissenschaften gewiß. Und damit darf ich mich zu Persönlichem wenden: ich bin mir bewußt, daß ich nur dieser Auffassung und nicht dieser oder jener meiner zerstreuten Arbeiten die Ehre verdanke, der Akademie anzugehören. Im Sinne dieser Auffassung darf ich es mir ja als etwas Gutes anrechnen, daß ich mein Interesse nie ausschließlich auf die Dinge jenseits des Mondes beschränken konnte, sondern öfter den Fäden folgte, welche sich von dort oben zur sublunaren Wissenschaft spinnen und daß ich auch manchmal dem Himmel ganz untreu geworden bin. Das ist ein Trieb ins Allgemeine, der unbeabsichtigt von meinem Lehrer Seeliger in mir gekräftigt worden ist und der dann bei Felix Klein und dem ganzen Kreis der Naturforscher in Göttigen weitere Nahrung fand. Dort galt die bewußte Devise, daß Mathematiker, Physiker und Astronomen eine Wissenschaft betrieben, die wie etwa die griechische Kultur nur als Gesamtheit zu erfassen sei. Eine hohe Anschauung, der man nicht die utilitarische Frage entgegenhalten soll, ob man bei größerer Konzentration aus beschränkten Kräften einen größeren Nutzeffekt herausholen könnte."

Die niedrigste Temperatur auf der Erde. Als Nansen seine berühmte Expedition vollendet hatte, die uns in den Besitz wertvoller wissenschaftlicher und praktischer Kenntnisse setzte, brachte er auch die Beobachtungen von dem niedrigsten Jahresmittel der Temperatur mit, d. h. von der durchschnittlich kältesten Gegend, die bis dahin bekannt geworden war. Die Drift der „Fram" im Jahre 1895 verzeichnete als mittlere Jahrestemperatur unter 84,6° nördlicher Breite 20,5° Kälte. Im Februar betrug die Temperatur durchschnittlich — 37,2°, im Juli nur — 1°. Diese Zahlen sind durch Amundsens Reise überholt. Das Südpolargebiet der Erde ist ja durchschnittlich kälter als das Nordpolargebiet, weil es ungünstiger zur Sonne steht. Denn während unser Norpol Winter hat, befindet sich die Erde in größerer Annäherung zur Sonne. Sie mildert also den Winter auf der Nordhalbkugel,

ebenso auch den Sommer, weil die Sonne dann von uns weiter entfernt ist. Für die Südhemisphäre trifft die größere Sonnenentfernung und der Winter zusammen, die größte Sonnenannäherung mit dem Sommer, sodaß beide Jahreszeiten verschärft werden müssen, der Winter strenger und der Sommer heißer wird. Es war daher zu vermuten, daß die Südpolarexpeditionen größere Kältegrade verzeichnen würden. In der Tat hat Amundsens Südpolentdeckung tiefere Temperaturen kennen gelehrt. In seinem bei Lehmann in München erschienenen hochinteressanten Reisewerke teilt Amundsen in dankenswerter Weise weitgehende Aufzeichnungen aus seinem Tagebuche mit. Danach wurde die tiefste Temperatur 1911/12 in Framheim unter 78° 38′ südlicher Breite und 195° 30′ Länge verzeichnet. Dort herrschte durchschnittlich die Temperatur von — 25,2°. Der Sommer hat in dieser Gegend die Durchschnittstemperatur von 9° Kälte; im Frühling herrscht durchschnittlich — 25,1°. Der Herbst verzeichnet — 28,3° Als härtester Wintermonat erwies sich der August mit — 44,5°. Tauwetter trat in Framheim nie ein, denn die höchste Temperatur betrug — 0,2°. Die tiefste in Framhein gemessene Temperatur betrug 58½° Kälte! Manche Meteorologen vermuten, daß Amundsen ein besonders kaltes Jahr angetroffen hat. Aber selbst wenn das stimmt, dürfte die Temperatur im Durchschnitt in Framheim nur um wenige Grade höher sein. L

Ein periodisches Element in den Luftdruckänderungen? Aus zwanzigjährigen Beobachtungen zu Montsouris, New York und Batavia hat Herr L. Besson die Minimumtage des Luftdruckes herausgesucht, d. s. die Tage, deren Luftdruckmittel niedriger waren als am Vor- oder Nachtage. Sodann wurde die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der Perioden auftraten, und gefunden, daß eine fundamentale Periode von 35 Tagen vorhanden ist, und zwar

in	Oktober/März	April/September	Mittel
Montsouris	35,0	36,0	35,5
New York	35,3	31,9	33,6
Batavia	34,6	33,6	35,6

Die auffallende Gleichförmigkeit dieser sehr weit voneinander entfernten Orte läßt die Vermutung auftauchen, daß hier kein Zufall vorliegt, weshalb Besson annimmt, hier eine Fundamental-Konstante gefunden zu haben, die für die ganze Erdatmosphäre Bedeutung hat. L

Bücherschau

Schneider, Paul, Vulkanausbrüche in alter und neuer Zeit. Nach den Berichten von Augenzeugen herausgegeben. Voigtländers Quellenbücher Bd. 13. Leipzig. 8° 94 S. 0,70 M.

Die besten Quellen für die Geschichte der Vulkanausbrüche sind die in der zeitgenössischen Tagespresse erschienenen Berichte der Augenzeugen. Diese hat der Herausgeber für sein Werkchen nutzbar gemacht und stellt sie damit denjenigen zur Verfügung, die genaueres von den fürchterlichen Katastrophen wissen wollen. Da die Berichte des Interesses und dramatischer Spannung nicht entbehren, ist besonders diesem Bändchen recht große Verbreitung beim lesensdurstigen Publikum zu wünschen. L

Günther, Prof. Dr. S., Astronomische Geographie. Sammlung Göschen Nr. 92. 2. Aufl. Mit 52 Abb. Leipzig.

In neuer Auflage ein Bändchen des hochgeschätzten Münchener Forschers, das zur schnellen Orientierung für den, der über die Hilfsmittel der Elementarmathematik verfügt, willkommen ist.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Weinstein, M. B., Entstehung der Welt und der Erde. Zweite Auflage. Leipzig. 1913. B. G. Teubner. 8°. 116 S. Aus Natur und Geisterwelt, 223. Bändchen.

Siemens & Halske A.-G. und Siemens Schuckert G. m. b. H., Von den Siemens-Firmen ausgeführte elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin. 1913. 8°. 145 S.

Nimführ, R., Die Luftschiffahrt. Ihre wissenschaftlichen Grundlagen und technische Entwicklung. Dritte Auflage bearbeitet von Dr. Fritz Huth. Mit 60 Abb. Leipzig. 1913. B. G. Teubner. 8°. 132 S. Aus Natur und Geisteswelt 300. Bändchen.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Die blaue Farbe des Himmels

Von Dr. Walter Block

Das sonnenbeleuchtete Himmelsgewölbe erscheint uns, so weit es nicht von Wolken bedeckt ist, in blauer Farbe. Das Blau wechselt vom weißlichen Blau bis zu einem Tiefblau, ja bisweilen bis zum Violett. In verschiedenen Gegenden ist die gewöhnliche blaue Farbe verschieden, auf hohen Bergen erscheint sie anders als in der Ebene, kurz, sie hängt von den mannigfachsten Umständen ab.

Uns Erdenbewohnern erscheint der Himmel also im allgemeinen blau. Wie würde ihn ein Mondbewohner oder ein Marsbewohner sehen? Ist das Blau die Grundfarbe des Himmels? Sicherlich nicht, da man doch nicht von einem Himmelsgewölbe sprechen kann, das die Welt gegen die Unendlichkeit abschließt. Und wie ist es zu erklären, daß weit entfernte Höhenzüge in dem bekannten bläulichen Schimmer erscheinen, so daß sie in der Farbe sich derart der Himmelsfarbe nähern, daß sie von ihr kaum zu unterscheiden sind?

Um das Ergebnis sofort vorweg zu nehmen: Alle diese Erscheinungen sind durch die Atmosphäre bedingt. Diese ist, optisch betrachtet, als ein „trübes Medium" zu bezeichnen. Die in ihr vorhandenen Wassertröpfchen, Nebelbläschen, Staubteilchen, ja selbst die Gasmoleküle der Luft, mit anderen Worten die Tatsache, daß die Luft ein materieller Körper ist, setzen der Ausbreitung des Lichtes durch den immateriellen Äther Hindernisse entgegen, die Farbenerscheinungen zur Folge haben.

Brücke und Tyndall haben in Versuchen in kleinem Maßstab das nachzuweisen versucht. Jener stellte sich eine Lösung von Mastix und Alkohol in Wasser her, was eine geeignete „trübe" Flüssigkeit ergibt. Betrachtet man durch eine solche eine weiße Flamme, so erscheint sie je nach der Dicke der trüben Schicht gelblich bis rötlich, und beleuchtet man sie mit weißem Licht, so erglänzt sie nicht weiß, sondern bläulich bis violett. Tyndall ließ die trübenden Teilchen in Gasen schweben und näherte sich dadurch merklich den Zuständen in der Atmosphäre. Er erhielt ebenfalls in beiden Fällen eine Verschiebung der weißen Farbe nach dem roten bezw. dem blauen Ende des Spektrums.

Allgemein kann man als Ergebnis folgendes aussprechen: Von weißem Licht, das durch ein trübes Medium hindurchfällt, gelangen im wesentlichen rote Strahlen hindurch, und von weißem Licht, das auf ein trübes Medium auffällt und von ihm zurückgeworfen wird, werden im wesentlichen blaue Strahlen reflektiert.

Eine theoretische Untersuchung und Begründung dieser beiden Sätze verdanken wir Lord Rayleigh. Er wies auf mathematischem Wege folgendes

nach: Wenn wir auf ein trübes Medium verschiedenfarbiges Licht fallen lassen, so gelangen am leichtesten diejenigen Strahlen hindurch, welche die größte Wellenlänge haben. Von zwei Strahlenbündeln gleicher Lichtstärke, aber verschiedener Farbe, also z. B. von einem roten und einem blauen, wird von dem mit größerer Wellenlänge, also dem roten, mehr Licht hindurchgelangen. Das erklärt die Farbenerscheinungen, die wir beim Aufgang und Untergang der Sonne beobachten können. Je näher die Sonne am Horizont steht, je dicker also die Luftschicht ist, die ihre Strahlen durchdringen müssen, ehe sie in unser Auge fallen, desto mehr blaues Licht wird von der Luft verschluckt, desto mehr geht ihre Farbe ins rote über.

Und weiter wies er nach: Fällt weißes Licht auf ein trübes Medium und wird es von den trübenden Teilchen zurückgeworfen und zerstreut, so wird am leichtesten Licht mit kürzeren Wellenlängen, also blauen und violetten Strahlen reflektiert. Das ist der Fall in der Atmosphäre. Das Sonnenlicht beleuchtet die Gasmoleküle der Luft, wird dort zurückgeworfen und gelangt so in unser Auge, und nach obigem gelangen dann im wesentlichen blaue Strahlen zu uns, wir sehen den Himmel blau; am leuchtendsten blau gegenüber der Sonne, mehr ins weiße in der Nähe der Sonne, denn dort gelangen neben der blauen reflektierten Strahlung rote durchfallende Strahlen zu uns, die sich zu einem weißlichen Farbenton mischen müssen.

Eine Nebenbedingung für dieses Zustandekommen des blauen Lichtes ist dabei, daß die kleinen Teilchen, an denen die Reflexion stattfindet, klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes sind. Das ist ja bei den Gasmolekülen der Luft selbstverständlich. Je größer diese Teilchen sind, also z. B. je größere Nebelbläschen in Mengen vorhanden sind, desto mehr werden auch andere Strahlen reflektiert, desto mehr geht die Farbe in ein weißliches Blau, bis ins Weiße über. Ist jene erste Bedingung erfüllt, was man also wohl bei ganz klarer Luft voraussetzen kann, so wies Rayleigh nach, daß die Lichtstärke der reflektierten Strahlen umgekehrt proportional mit der vierten Potenz der Wellenlänge der Strahlen ist. In der nachfolgenden Tabelle sind die Wellenlängen der einzelnen wichtigsten Fraunhoferschen Linien zusammengestellt; sodann ist die Intensität der reflektierten roten Strahlen einer weißen Lichtquelle zu eins angesetzt und nach obigem Gesetz die Intensität der übrigen Strahlen berechnet:

Linie	Wellenlänge	Intensität	Linie	Wellenlänge	Intensität
A	0,000760 mm	1,00	E	0,000527 mm	4,37
B	687 -	1,51	Ea	518 -	4,73
C	656 -	1,82	F	486 -	6,04
D	589 -	2,80	G	431 -	9,78
			H	397 -	13,59

Man sieht also, wie bedeutend die Lichtstärke des reflektierten blauen Lichtes gegenüber dem roten angestiegen ist.

Es ist hier natürlich nicht der Ort, auf alle Einzelfragen, die damit zusammenhängen, einzugehen. Nur auf einen Punkt muß hingewiesen werden. Das reflektierte, im wesentlichen bläuliche Licht, durchsetzt, bevor es zu unserem Auge gelangt, eine mehr oder weniger dicke Luftschicht, es tritt also hier der Fall des durchfallenden Lichtes ein, was eine Änderung der blauen Farbe ins Weißliche zur Folge hat. Man wird daraus ersehen, daß die Farbenerscheinungen recht kompliziert sein können. Sie hängen im wesentlichen von der

Dichte der Luft ab, ihrem Feuchtigkeits- und ihrem Staubgehalt. In gewissen Grenzen können sie also zu meteorologischen Zwecken dienen.

Die Farbe entfernter Höhenzüge wird also, abgesehen von ihrer eigenen Farbe, durch das Licht bedingt, das von der zwischen ihnen und unserem Auge befindlichen Luftschicht reflektiert wird. Es wird also im allgemeinen, da durchfallendes Licht naturgemäß keinen großen Einfluß haben kann, ein recht reines Blau bis Violett sein.

Die blaue Himmelsfarbe ist also eine durch das „trübe Medium" der Luft bedingte Erscheinung. Vom Monde aus gesehen, der keine Atmosphäre hat, müßte also der Himmel rein schwarz aussehen, und vom Mars mit seiner dünnen, trockenen Atmosphäre tiefblau bis violett.

Vorgeschichtliche Baudenkmäler bei Merrivale in Südengland und ihre astronomische Deutung

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Schluß)

Wir kommen nun zu den Fragen: Wann entstanden die Steinsetzungen bei Merrivale und was bezweckte ihre Erbauung? Bei der Besprechung der einzelnen Bautypen haben wir bereits verschiedene Vermutungen hierüber kennen gelernt; aber leider sind es eben nur Vermutungen. Vom Spaten wird man vielleicht noch eine Entdeckerrolle erhoffen können. Wegen des steinigen Bodens auf dem Dartmoor wird sie jedoch nur eine bescheidene sein können. In der Tat waren die früheren Forschungsergebnisse nicht voll befriedigend. Da faßte in neuester Zeit Sir Norman Lockyer das Problem von einer ganz anderen Seite an. Er benutzte die Astronomie als Schlüssel zur Deutung und erklärte auf Grund seiner Untersuchungen die Bauten bei Merrivale für Werke astronomisch gebildeter Priester (Druiden), die die Steinreihen für Kultzwecke in den Jahren 1860, 1580 und 1420 v. Chr. erbauten, indem sie zur Orientierung dieser Bauten Arcturus und die Plejaden benutzten. Ehe wir zu diesen Resultaten Stellung nehmen, wollen wir uns an der Hand der Ausführungen Lockyers ein Bild von dieser Entstehungsweise zu entwerfen versuchen.

Es muß zunächst auffallen, daß bei den Steinreihen meist Gräber zu finden sind, in unserem Fall bei Merrivale ein Steinkistengrab und drei Steinhaufengräber. Die Vermutung liegt nahe, daß Gräber und Steinreihen in einem gewissen Zusammenhang miteinander stehen, daß also die Vereinigung kein Zufall ist. Lockyer nimmt dies auch an und glaubt, daß die Steinreihen das Ursprüngliche und die Gräber spätere Zutaten sind. Er verweist dabei auf die Untersuchungen von H. Worth, der die Steinreihen mit Domen vergleicht, die später auch als Begräbnisstätten bedeutender Personen verwandt wurden. Wir hätten es danach auch bei den Gräbern im Bereich der Steinreihen mit bevorzugten Ruhestätten zu tun. Die Frage ist nur, ob die Steinreihen tatsächlich Kult-Bauten waren. Diese Frage bejaht Lockyer für Merrivale, setzt aber in diesem Zusammenhange hinzu, daß nicht alle Steinreihen einen solchen Charakter zu tragen brauchen. Es sei vielmehr in jedem Falle genau zu untersuchen, ob die Steinreihen religiösen oder rein praktischen Zwecken (als Zugangsstraßen zu Furten usw., als Wegweiser und dergl.) gedient haben. Einen

fraglos praktischen Zweck legt er z. B. der 18 Meilen langen Linie großer flacher Steine in der Nähe von Tavistock bei, die von R. N. Worth und R. Burnard als ein Teil des „Great Fosseway" gehalten wurde. Die Steine sind ungefähr $^1/_2$ m dick, die von ihnen eingeschlossene Straße ist rund 3 m breit.[1]) Im Gegensatz zu dem „Great Fosseway" tragen nach Lockyer, wie bereits gesagt, die Steinreihen bei Merrivale einen ausgesprochenen Kult-Charakter. Der Steinkreis neben dem großen Menhir soll diese Vermutung bekräftigen.

Nicht immer wird es wie in diesen beiden Fällen so leicht sein, die Zweckbestimmung zu erkennen. Die Schwierigkeit beruht nach Lockyers Ansicht vor allem darin, daß es jetzt wohl nicht mehr genau feststellbar ist, welchen Verlauf die Steinreihen ursprünglich hatten. Die Möglichkeit, einen religiösen Zweck zu konstruieren, erblickt Lockyer in der astronomischen Orientierung der Steinreihen. Besonders dann scheint ein solcher Zweck in Frage zu kommen, wenn wir es wie bei Carnac in der Bretagne, wie bei den Reihen von Challacombe Down auf dem Dartmoor und auch wie bei Merrivale mit einer Anlage von mehreren Reihen nebeneinander zu tun haben. Bei Challacombe Down sollen nach Basing-Goulds Angabe nicht weniger als acht Steinreihen in einer Länge von 180 m nebeneinander verlaufen sein. Jetzt sind dort nur noch drei Reihen erkennbar. Lockyer gibt auch die Möglichkeit zu, daß bei einem und demselben Bauwerk wie bei der Staldon Moor-Straße auf dem Dartmoor religiöse und praktische Zwecke zusammen in Erscheinung treten können. Eine bestimmte Steinreihe zeigt dort nämlich die Richtung an, die den Aufgang des Arcturus zu beobachten gestattete." Lockyer vermutet aber, daß diese Richtungslinie später zugunsten einer anderen Linie aufgegeben wurde, die zu einer Gruppe von Hütten-Steinkreisen führte und sich über einen Fluß und einen Sumpf fortsetzte. Als Wegweiser über diese schwer passierbaren Gegenden konnte diese Reihe praktischen Zwecken dienen, sie konnte aber auch nach Lockyers Ansicht von den Priestern dazu benutzt worden sein, um von den Wohnstätten (Hut Circles) zu den Steinkreisen zur Verrichtung religiöser Handlungen zu weisen.

Nach Lockyer kommen bei den Steinreihen auf dem Dartmoor und auch im benachbarten Cornwall folgende Richtungslinien vor, deren Azimute wie folgt sich gruppieren:

10°	bis 20°	für die Beobachtung des Aufgangs	des Arcturus
24°	- 28°	- - - - -	der Maisonne
75°	- 82°	- - - - -	der Plejaden.

Die Richtungslinien finden sich außer bei den Steinreihen auch bei Steinkreisen. Die Richtung der Linie wird dann nach Lockyer durch den Mittelpunkt des Kreises und einzelne außerhalb des Kreises stehende Steine (Menhirs) angegeben.

Das Azimut der Richtungslinien gibt uns nun nach Lockyers Orientierungstheorie den Schlüssel zur Altersbestimmung der Bauwerke. Stellt man nämlich außer dem Azimut der Steinreihe noch die Höhe des Horizonts in jedem einzelnen Falle fest, so ist es auf Grund dieser Bestimmungselemente und unter der Annahme, daß der Aufgang der Sonne oder eines bestimmten Sternbildes zur Orientierung benutzt wurde, mit Hilfe der Kenntnis des Vorschreitens der Tag- und Nachtgleichen möglich, die Zeit der Orientierung des Bauwerks und damit dessen Alter zu bestimmen. Nehmen wir nun an, die Astronomen-Priester hätten

[1]) Lockyer, a. a. O. S. 147

tatsächlich derartige Richtungen nach aufgehenden Sternen bei ihren religiösen Handlungen benutzt, so könnte man sich den Vorgang hierbei ungefähr folgendermaßen vorstellen: Der Priester hat an einem bestimmten Tage im Jahre ein Opfer vorzubereiten, das genau bei Sonnenaufgang vor sich gehen soll. Mangels anderer Kenntnis über die genaue Zeit des Sonnenaufgangs beobachtet er den Aufgang eines bestimmten Sternbildes, das zu einem Zeitpunkt aufgeht, wenn die Sonne noch ungefähr 10° unter dem Horizont steht. Den Ort des Sternaufgangs am Horizont gibt ihm die Richtung der Steinreihe oder, wenn er im Mittelpunkte eines Steinkreises steht, ein außerhalb des Kreises stehender Menhir an. Sieht er das Sternbild in dieser Richtung aufgehen, so ist er über die Zeit des Sonnenaufgangs genau unterrichtet und kann zum Erstaunen der Gläubigen zur rechten Zeit sein Opfer oder seine Vorbereitungen beginnen.

Lockyer untersuchte ägyptische, griechische und britische Heiligtümer und fand dabei in bezug auf die Orientierung der Bauwerke überraschende Übereinstimmungen. Merrivale gibt hiervon ein Beispiel. Lockyer gibt als Azimut der nördlichen Steinreihe bei Merrivale 82° 10′ und der südlichen 80° 30′ an. Der Knick in der südlichen Reihe wird dabei unbeachtet gelassen. Diese Azimute ergeben unter Berücksichtigung der Bodenerhebungen am Horizont als Entstehungszeiten der Reihen die Jahre 1580 und 1420 v. Chr. Lockyer schließt, daß die damaligen Priester am Maimorgen (Anfang des Maijahres, eines Vegetationsjahres, das vor Einführung des astronomischen Jahres in Geltung gewesen sein soll) den Aufgang der Plejaden am Horizont zur Orientierung der Reihen gewählt hätten. Die Annahme, daß gerade das Sternbild der Plejaden als Orientierungssternbild genommen wurde, wird nach Lockyers Ansicht durch die „Tatsache“ verstärkt, daß dasselbe Sternbild die Orientierung für das Hekatompedon bei Athen im Jahre 1495 v. Chr. angab. Die Plejaden waren nicht immer das Orientierungssternbild. So soll nach Lockyer die kurze, nur etwa 50 m lange einfache Steinreihe bei Merrivale, die wir bereits erwähnten, nach dem Aufgang des Arcturus im Jahre 1860 v. Chr. orientiert sein. Das Azimut dieser Reihe beträgt 24° 25′. Die übrigen von Lockyer für Merrivale angegebenen Richtungen beziehen sich auf den Steinkreis, von dessen Mittelpunkt aus eine Linie zu einem außenstehenden Stein mit dem Azimut 83° (ähnlich dem Azimut der Steinreihen) und eine andere Linie mit dem Azimut 70° 30′ ausgeht. Lockyer vermutet, daß diese Richtung vielleicht den Sonnenaufgang am Anfang des Maijahres angegeben hat. Nach dem großen Menhir hin ist vom Steinkreis-Mittelpunkt eine Stern- oder Sonnenbeobachtung wahrscheinlich nicht vorgenommen worden, Lockyer vermutet, daß diese Linie vielleicht als ungefähre Nordsüdlinie Bedeutung hatte.

Die Plejaden sollen ferner die Orientierung für die Steinkreisanlage der Hurlers bei Liskeard in Cornwall im Jahre 1300 v. Chr. angegeben haben, während Spica der Sonnenaufgangsstern am Maimorgen des Jahres 3200 v. Chr. für die Orientierung des Tempels Min bei Theben war, usw. Im ganzen sollen sechs Sterne als Orientierungssterne in Betracht gekommen sein.

Ungefähr dieselbe Richtung, wie sie die beiden großen Steinreihen bei Merrivale aufweisen, sehen wir bei dem sogenannten „cursus“ nördlich von Stonehenge. Lockyer macht auf diese Übereinstimmung aufmerksam und folgert, daß die Entstehung des „cursus“, der aus Erdwällen errichtet und ungefähr 2700 m lang und 115 m breit ist, in das Jahr 1950 v. Chr. zu verlegen ist. In

beiden Fälle soll der Aufgang der Plejaden beobachtet sein, beide Anlagen sollen Prozessionsstraßen dargestellt haben.

Fassen wir die Hauptergebnisse der Untersuchungen Lockyers in Merrivale zusammen: Die Anlage diente ursprünglich religiösen Zwecken. Die Gräber (Kistvaen, Cairns) sind spätere Zutaten. Beerdigungen fanden statt, als die besondere Heiligkeit dieser Kultstätte bekannt geworden war. Die Steinreihen entstanden in den Jahren 1860 v. Chr. (kleine einfache Steinreihe) und 1580 bezw. 1420 v. Chr. (die beiden langen Steinreihen). Die beiden doppelten Reihen stellen Prozessionsstraßen (vielleicht ähnlich den Sphinxalleen bei den ägyptischen Tempeln) dar, die auf den Aufgang der Plejaden gerichtet waren, als zu den genannten Zeiten das Maijahr Geltung hatte. Die kurze Steinreihe diente zur Beobachtung des Arcturus und gibt die einfachste Form britischer Steinreihen wieder.

Auf die Gleichartigkeit semitisch-ägyptischer und britischer Steindenkmäler hat Lockyer im Kapitel XXIII seines genannten Werkes über Stonehenge usw. ausführlich hingewiesen. Mögen auch seine dortigen Ausführungen richtig sein, und mag die astronomische Orientierung von Kultbauten in Ägypten und England zu den in Frage kommenden Zeiten allgemein üblich gewesen sein, so wollen wir doch nicht unterlassen, einige Bedenken gegen diese Theorie in bezug auf die hier interessierenden Steinsetzungen bei Merrivale zu äußern.

1. Lockyer verlegt die Erbauung der Steinreihen bei Merrivale in die Jahre 1860, 1580 und 1420 v. Chr. Hierbei fallen die großen Zeitunterschiede der Erbauung auf. So soll die kurze einfache Reihe 280 Jahre vor der Errichtung der beiden Doppelreihen erbaut sein. Die Datierung dieser kurzen, fast ganz zerstörten Reihe genau auf ein Jahrzehnt scheint nur möglich durch Anwendung einer Theorie auf jeglichen Fall, mögen die Bestimmungselemente für die Lösung der in Frage kommenden mathematischen Aufgabe auch ungünstige sein. Zwischen den Erbauungszeiten der beiden Doppelsteinreihen sollen 160 Jahre liegen. Nimmt man nun an, daß beide Reihenpaare ein einheitliches Gebilde, eine Prozessionsstraße, darstellen sollten, so ist es unerklärlich, daß 150 bis 200 Jahre nötig waren, um diese primitiven Steinsetzungen zu schaffen. Jede einzelne Doppelreihe als Prozessionsstraße anzusehen, wird nicht gut angehen, da die südliche Reihe in der Mitte einen Steinkreis aufweist, der bei einer Prozession hinderlich gewesen wäre. Bei der nördlichen Reihe fehlt der Steinkreis. Zudem ist der Raum zwischen den Steinlinien für eine Prozession kaum groß genug.

2. Lockyer gibt zwei Richtungslinien an, die durch den Mittelpunkt des Steinkreises bei Merrivale und zwei außerhalb dieses Kreises stehende Steine (auf der Generalstabskarte mit stones bezeichnet) bestimmt sind und gründet darauf seine Schlußfolgerungen. Es muß auffallen, daß gerade diese beiden Steine ausgewählt sind, da noch andere ähnliche Steine in der Nähe stehen. Es können auch wichtige Steine verschwunden sein, die nach der Orientierungstheorie auf die Beobachtung anderer Sterne und damit auf ein anderes Alter der Anlage schließen lassen. Bemerkenswert ist besonders, daß die beiden größten Menhirs, die südlich stehen und durch ein Cairn getrennt sind, keine orientierenden Beziehungen aufweisen. Lockyer gibt nur an, daß durch den Steinkreis und den größten Menhir vielleicht die Nordsüdlinie angegeben wird. Auffallend ist schließ-

lich, daß die beiden von Lockyer erwähnten orientierenden Außensteine ganz verschiedene Abstände vom Steinkreis haben.

3. Lockyer nimmt an, daß zur Orientierung der beiden doppelten Steinreihen bei Merrivale der Aufgang der Plejaden zu Beginn des Maijahres gedient hat. Dieser Aufgang soll beobachtet worden sein, als die Sonne ungefähr 10° unter dem Horizont stand. Auch unter Annahme, daß wir es an einem solchen Beobachtungsmorgen mit einem völlig wolkenlosen Horizont zu tun haben (ein Fall, der auf dem regenreichen Dartmoor im Frühling zu den größten Seltenheiten gehören dürfte, wird es wohl nicht möglich gewesen sein, das lichtschwache Sternbild der Plejaden am Horizont in der Helligkeit der Morgendämmerung aufgehen zu sehen. Nach Plaßmann („Himmelskunde", Freiburg i. Br. 1913, S. 81) werden die Sterne 1. Größe bereits unsichtbar, wenn die Sonne ungefähr 6 bis 7° unter dem Horizont steht. Nun gehen die Plejaden in Merrivale wegen der Horizonthöhe von rund 3° erst auf, wenn die Sonne ungefähr 7° unter dem Horizont steht. Zu diesem Zeitpunkt verschwinden aber bereits, wie gesagt, die Sterne 1. Größe. Die Plejaden wären danach als Sterne 3., 5. und geringerer Größenklassen bei ihrem Aufgang keinesfalls mehr sichtbar gewesen. Außerdem findet zur genannten Zeit der Plejadenaufgang an der Stelle des Horizonts statt, wo die Dämmerung am hellsten ist. Lockyer macht in seiner Beschreibung von Stonehenge (S. 43) ebenfalls auf diese Beobachtungsschwierigkeit aufmerksam, indem er ungefähr folgendes sagt: Einer alten Sitte gemäß gehen die Einwohner von Salisbury und anderer umliegender Orte nach Stonehenge, um dort den Sonnenaufgang am längsten Tage des Jahres zu beobachten. Wir können deshalb annehmen, daß es ein Sonnentempel war, der zur Beobachtung der Sommersonnenwende benutzt wurde. Aber in der Dämmerung im Mittsommer ist der Himmel in jenen Breiten so hell, daß es nicht leicht ist, die Sterne zu sehen, selbst wenn man zur Beobachtung ganz früh aufstände. Sterne kommen deshalb nicht in Frage, so daß man annehmen muß, daß der Tempel direkt auf die Stelle am Horizont gerichtet wurde, wo die Sonne an dem bestimmten Tage im Jahre aufgeht. Im gewissen Gegensatz hierzu steht Lockyers oben zitierte Annahme, daß der „cursus" bei Stonehenge erbaut sei, um den Aufgang der Plejaden am Maimorgen zu beobachten. Auch im Mai haben wir es, ähnlich wie um die Zeit der Sonnenwende, mit einer starken Dämmerung zu tun. Die Beobachtungsverhältnisse werden hier ebenso ungünstig gewesen sein, wie bei Merrivale.

Konnte nach dem Vorstehenden der Aufgang der Plejaden am Maimorgen von den Astronomen-Priestern wegen der Helligkeit der Morgendämmerung nicht beobachtet werden, so liegt auch die Annahme der Orientierung der Steinreihen bei Merrivale nach dem Aufgang dieses Sternbildes außerhalb der Wahrscheinlichkeit. —

Es wurde schon mehrfach darauf hingewiesen, daß ein großer Teil der Steinsetzungen im Laufe der Zeiten vernichtet worden ist. Dies ist besonders bei Merrivale anzunehmen. Es wird nämlich berichtet, daß der Platz, auf dem sich die Steinbauten erheben, von Dartmoorbewohnern als „Kartoffelmarkt" oder „Seuchenmarkt" bezeichnet wird. Diese Bezeichnung stammt aus der Überlieferung, daß die Bewohner der Umgegend einst hier Lebensmittel aufspeicherten, als die Pest in der Stadt Tavistock wütete. Hieraus ist zu schließen, daß die Steinbauten von Merrivale einst erheblich besucht wurden. Dabei ist sicherlich eine große Zahl der kleinen Steine umgestürzt und zerstört worden. Vielleicht ist auch damals die zweite Linie der kurzen einfachen Steinreihe (Orientierungslinie

nach dem Arcturus), die Lockyer wegen des Fehlens der zweiten Linie als älteste hinstellt, verschwunden.

So spärlich nun die Überreste auch sein mögen, läßt sich doch aus der Beschaffenheit der Gräber und aus den leider sehr spärlichen Funden in ihnen vermuten, daß die Bauten aus der letzten Stein- oder frühen Bronzezeit stammen, die von Montelius für Südengland um 2100 bis 1850 v. Chr. angesetzt wird. Auf eine Erbauung in der Bronzezeit scheinen auch die Steinkreise hinzuweisen, wenn man annimmt, daß sie Flachgräber waren. Alles in allem hätten wir es sonach bei Merrivale in der Hauptsache wohl mit einem vorgeschichtlichen Begräbnisplatz zu tun, der in der Nähe einer Ansiedlung (Gruppe von Hüttensteinkreisen) lag.

Welche Bedeutung sollen nun aber die Steinreihen neben den Gräbern gehabt haben? Sie als Straßen oder Richtwege anzusprechen, ist wohl die ungezwungenste Erklärung (zu dem Zwecke brauchten die Steine jedoch nicht so eng zu stehen? D. Red.). Ein besonderer Richtungspunkt für die Reihen wäre vielleicht in dem 1 bis $1^1/_2$ km entfernt liegenden Vixentor zu erkennen. A. J. Kempe macht in seinem Bericht über Merrivale vom 15. Mai 1828 (Archaeologia, Society of Antiquaries of London, Bd. 22, London 1829, S. 431) auf diese Beziehung aufmerksam, indem er sagt: „Der Gipfel (des Vixentors) ist schwer zugänglich. Da die Seiten senkrecht in die Höhe gehen, kann der Gipfel in der Tat nur dadurch erklommen werden, daß man an einer schmalen, gabelförmigen Öffnung emporsteigt, die durch einen Spalt entstanden ist. Der Rev. E.A. Bray in Tavistock, der viele sorgsame Untersuchungen in bezug auf die Druidenaltertümer auf dem Dartmoor angestellt hat, hat den Gipfel erreicht. Er versichert mir, daß der Gipfel von mehreren künstlichen Höhlen, genannt Felsenbassins, durchlöchert ist. Diese sind von einigen für Aufbewahrungsbehälter für das Wasser gehalten worden, das von den Druidenpriestern zu den Weihopfern gebraucht wurde. Vixentor war deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach ein Felsengötzenbild, und der Platz der Steindenkmäler usw. (bei Merrivale) in einer Linie mit dem Felsen war vielleicht nicht Zufall.“ Dieser Felsgruppe ist eine Ähnlichkeit mit einem „Felsengötzenbild“ wohl nur mit einem erheblichen Aufwand von Phantasie zuzuschreiben (s. Abb. 16 unserer Beilage zum ersten Abschnitt dieses Aufsatzes). Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, daß die Steinreihen bei Merrivale auf diese Felsgruppe gerichtet sind.

Die kurze einfache Steinreihe hat vielleicht die Wegerichtung angegeben von der südlichen Doppelreihe zu dem Flachgrab (Steinkreis) und dem Hügelgrab (cairn) mit den beiden großen Menhirn.

Diese einfachen Erklärungen der Steinreihen befriedigen vielleicht deshalb nicht vollständig, weil nicht einzusehen ist, weshalb die langen Reihen je doppelt aufgeführt wurden. Darin liegt in der Tat eine Erklärungsschwierigkeit, die noch größer wird, wenn wir Steinreihen wie die bei Challacombe auf dem Dartmoor und dann den großartigsten derartigen Bau bei Carnac in der Bretagne vor uns haben, die, wie erwähnt, nicht bloß doppelte, sondern 8fache und sogar 13fache Steinreihen aufweisen. Ein praktischer Zweck ist bei diesen Anordnungen zahlloser Steine nebeneinander nicht zu erkennen. Wir werden daher notwendig auf das Gebiet religiöser Anschauungen gedrängt, wollen wir die Formensprache der Steinbauten recht verstehen. Vielleicht hilft uns dabei die Tatsache, daß die Bewohner der Stein- und Bronzezeit einen Sonnenkult hatten. Als heilige Zeichen

galten das Rad und das Boot, die Symbole des Sonnengottes waren. Man glaubte[1]), daß die Sonne ein Rad wäre, das während der Tagesstunden am Himmel entlang rollte, und daß die Sonne während der Nacht auf einem Boot über die Gewässer gefahren wurde, die die Erde umgeben oder unterhalb der Erde sich befinden; so kam sie von dem westlichen Horizont, wo sie am Abend niedergeht, zum Osten, wo sie am Morgen aufgeht. Die Formen von Rad und Boot haben also die Erbauer der Steinbauten jedenfalls intensiver beschäftigt. Es wäre nur natürlich, wenn wir plastische Nachbildungen dieser heiligen Zeichen wiederfänden. Die Sonnenscheibe kann als Rad wohl kaum einfacher zur Darstellung kommen, denn durch einen Steinkreis. Wie steht es aber mit dem Boot? Alle Fahrzeuge der Stein- und Bronzezeit, von denen Abbildungen überliefert sind, haben die Eigentümlichkeit gemein, daß ihnen Mast und Segel fehlen. Tazitus berichtet außerdem (von den Schweden), „daß deren Schiffe sich dadurch von den römischen unterschieden, daß beide Schiffsenden gleich waren, so daß die Schiffe immer, nach welcher Seite auch gerudert wurde, ein Ende hatten zum Landen“.[2]) Ein solches mastloses Boot aus der Bronzezeit zeigt eine schwedische Felszeichnung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Felszeichnung eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Steinreihe aufweist; die Steven an beiden Schiffsenden entsprechen den größeren Endsteinen der Steinreihe (blocking stones) und die Darstellung der Schiffsbesatzung den einzelnen Steinen. Da auf einem Boot sowohl eine Reihe von Ruderern in der Bootsmitte oder zwei Reihen an beiden Bordseiten zu denken sind, so lassen sich vielleicht die einfachen und doppelten Steinreihen als Symbole des Sonnenbootes erklären. Wir sahen, die Vorstellung des Volkes der Bronzezeit ging dahin, daß die Sonne auf einem Boote während der Nacht von West nach Ost fährt. Die südliche Doppelsteinreihe bei Merrivale zeigt nun in der Mitte einen Steinkreis. Sollten wir hier eine Darstellung der Sonne in Verbindung mit dem Sonnenboote vor uns haben? Andere Steinreihen, die mehrere Steinlinien nebeneinander zeigen, sollten vielleicht eine größere Schiffsbesatzung zum Ausdruck bringen, eine Besatzung, deren Zahl dann bei den größten derartigen Anlagen in das Phantastische übertrieben wurde, wobei der ursprüngliche Sinn dieser Bauten in Vergessenheit geriet.[3]) Da wir es mit einem Sonnenkult zu tun haben, ist schließlich die Annahme einer ungefähren Orientierung der Steinreihen nach dem Sonnenauf- oder Untergang zu einer bestimmten Jahreszeit wohl nicht ausgeschlossen.

Zwingend ist eine derartige Deutung der Steinreihen gewiß nicht. In jedem einzelnen Falle werden Spezialstudien erforderlich sein. (Nach Reinhardt

---

[1]) O. Montelius, Der Handel der Vorzeit, Prähistor. Zeitschrift, 2. Band 1910, 4. Heft S. 290. Dr. A. Kiekebusch, Die Vorgeschichte der Mark Brandenburg in Band III der Landeskunde der Mark Brandenburg, Berlin 1912, S. 392. Die Darstellung des Sonnenboots findet sich auch auf einem märkischen Messer aus der Bronzezeit

[2]) Montelius, ebenda, S. 279

[3]) Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange folgende Notiz von Rauber (Urgeschichte des Menschen Bd. I, Leipzig 1884, S. 290/91): Das bei Pöplitz im Kreise Grimmen (Pommern) liegende Hünenbett „bestand bei seiner Untersuchung aus zwei 43 m langen Steinreihen, die etwa 5 m auseinander lagen und durch vier Querreihen in vier ungleiche Abschnitte zerfielen. Das Innere des Bettes ragte noch 1/3 bis 2/3 m über die Umgebung hervor und hatte in der zweiten Abteilung eine bereits ausgeräumte Steinkiste. Das Hünenbett hat, wie Weinhold bemerkt, eine gewisse Ähnlichkeit mit den skandinavischen Schiffshügeln, indem seine Gestalt allenfalls die Nachbildung eines Schiffes mit Ruderbänken sein kann“.



sollen die gewaltigen Anlagen bei Carnac „unbedingt“ dem Totenkult gegolten haben.)[1])

Ähnliche Schwierigkeiten treten bei der Deutung der Menhirs auf. Lockyer hält sie, wie erwähnt, für Visiersteine bei astronomisch-religiösen Beobachtungen und Verrichtungen, während Basing-Gould, wie wir zu Anfang dieser Mitteilungen sahen, in ihnen Denksteine oder Ehrenmale für bedeutende Personen („Häuptling“) erblickt. Nach Reinhardt [2]) entspricht diese Annahme „sicher nicht der Wirklichkeit“. Wir haben nach Reinhardts Ansicht in den Menhirn vielmehr Fetischsteine, eine Art großer Idole, zu erblicken, in denen man bestimmte Geister Verstorbener, durch Zauber hineingebannt, hausend wähnte und denen man hier Opfer brachte, um sie den Lebenden wohlwollend gesinnt zu erhalten und bei besonderen Anlässen ihre Gunst zu erbitten. Reinhardt verweist auf eine derartige Fetischverehrung bei allen auch jetzt lebenden Völkern auf niedriger Kulturstufe. Diese „Vermutung wird durch gewisse Vorkommnisse zur Gewißheit erhoben, indem in einzelnen Fällen die Menhirs geradezu menschliche Züge und allerlei menschliche Attribute erhalten, um damit eben anzudeuten, daß man mächtige Geistwesen in ihnen lebend dachte, also eine Art primitiver Idole oder „Götterbilder“ in ihnen sah, denen eine richtige Kultpflege zuteil wurde“. Die Ansicht, daß die Menhirs schon rohe Abbilder, Vertreter der Gottheit seien, daß in ihnen eine Gottheit stecke, verwirft C. Schuchhardt in seinem interessanten Aufsatz über Stonhenge [3]) vollständig. Den ältesten Kultdienst hält er auf Grund neuer Untersuchungen für bildlos und erklärt die Menhirs für Grabstelen, für den Götter-Leerthronen „nächst verwandte Anlagen, zum Aufgreifen der im Luftraum sich bewegenden Seelen“. Diese Anschauung soll nach Schuchhardt überall im dritten und Anfang des zweiten Jahrtausends v. Chr. Geltung gehabt haben; „nachher verblaßt der alte Seelenthron mehr und mehr zu einem einfachen „Denkmal“, einer „Grabmarke“. Erwähnt sei auch die Ansicht Bastians: Das gesprochene Wort verhallt im Winde, aber der aufgerichtete Stein bleibt bestehen als Zeugnis der an einem Orte vollführten Tat, des dort gefaßten Entschlusses, als Zeugnis von dem Helden, der unter dem Bauta- oder Erinnerungsstein begraben liegt.[4])

Nach alledem läßt sich die Deutung der Steinsetzungen bei Merrivale etwa wie folgt formulieren:

Die ganze Anlage stellt wahrscheinlich einen Torso der ursprünglichen dar. Die frühere Ausdehnung und Gestaltung ist unbekannt. Die Gräber (Cairns und Kistvaen) und vielleicht die Steinkreise als Flachgräber weisen darauf hin, daß wir es in der Hauptsache mit einem vorgeschichtlichen Begräbnisplatz zu tun haben, der auch bedeutende Personen aufnahm (Menhirs als Grabstelen oder Denksteine). Die Steinreihen sind vielleicht Richtwege, sie können aber auch zugleich (?) durch ihre besondere Ausgestaltung den Begräbnisplatz zu einer Kultstätte erhoben haben (Darstellung der Symbole der Sonne und des Sonnenboots [?], ungefähre Orientierung der Reihen nach dem Sonnenaufgang zu einer bestimmten Jahreszeit). Die Errichtung der Bauten ist vielleicht in die letzte Stein- und frühe Bronzezeit, etwa 2000—1600 v. Chr., zu verlegen.

---

[1]) L. Reinhardt, Der Mensch zur Eiszeit in Europa, München 1906, S. 350

[2]) L. Reinhardt, ebenda S. 346ff.

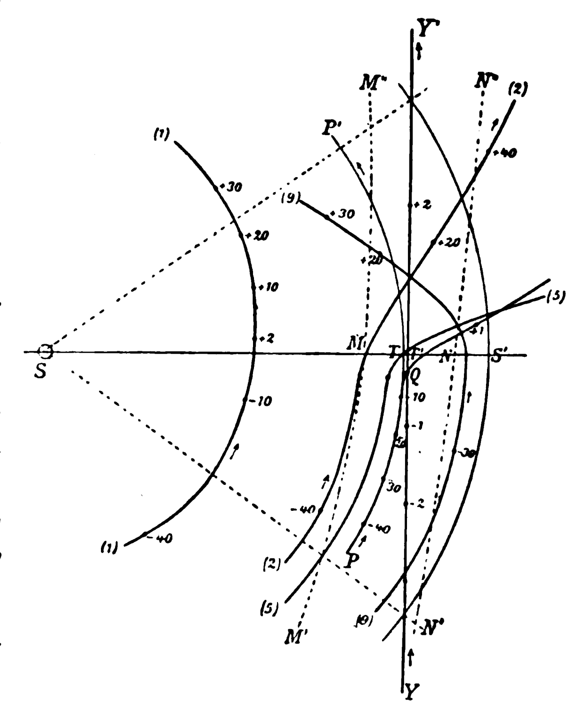
[3]) C. Schuchhardt, Stonehenge, Prähistorische Zeitschrift, 2. Band 1910, 4. Heft, S. 331ff.

[4]) Rauber, ebenda S. 295

Ein in das Sonnensystem eindringender Stern[1])

Von Felix Linke

Nach allen Wahrscheinlichkeitsberechnungen ist der Fall, daß der Untergang der Sonne und damit der Planeten durch den Zusammenstoß mit einem anderen Sterne herbeigeführt wird, außerordentlich gering. Auch daß ein Stern bloß in gefahrbringende Nähe der Sonne kommt, ist als äußerst unwahrscheinlich anzusprechen, wenn dieser Fall auch nicht ausgeschlossen erscheint Eigentlich wird man vermuten dürfen, daß er der wahrscheinlichere sein wird. Denn unter den schier unendlich vielen Möglichkeiten, daß die Sonne oder die Erde mit einem anderen Sterne zusammentrifft, ist diese die einzige, der Fall aber, daß ein fremder Stern in den Bereich des Sonnensystems kommt, schon häufiger möglich. Nehmen wir die Größe der Sterne im Mittel gleich der unserer Sonne an, so ergibt sich, daß die Annäherung zweier Sterne auf weniger als 30 Erdbahnhalbmesser 40 Millionen Mal wahrscheinlicher ist, als ihr Zusammenstoß. Solcher Körper kann aber große Veränderungen in einer Sterngruppe hervorrufen, wie es zum Beispiel das Sonnensystem ist. In Himmelsgebieten, wo die Sterne dicht stehen und mit ihren unterschiedlichsten Bewegungsrichtungen und bei starken Eigenbewegungen verhältnismäßig oft in Reichweite kommen, da mag der Fall gar nicht so selten sein, den wir jetzt ins Auge fassen wollen. Für das Sonnensystem hat daher auch dieser Fall ein Interesse, vielleicht sogar ein kosmogonisches.



Bei der Mannigfaltigkeit der Bedingungen, die in solchem Falle obwalten können, ist es eigentlich recht schwer, sich einen passenden Fall zu konstruieren, wie er wohl einmal vorkommen könnte, selbst wenn wir als Vorwurf das Sonnensystem wählen. Sind doch die Konstellationen der Planeten darin in jedem Augenblicke anders. Wir wissen weiter nicht, wie wir die Masse, die Richtung und die Geschwindigkeit des eindringenden Körpers ansetzen sollen, in welcher Entfernung seine gerade Richtung an der Sonne vorübergehen soll und dergleichen mehr. Es nimmt daher nicht wunder, daß wir über diese Möglichkeit schlecht orientiert sind. Um aber einmal etwas zu tun, hat W. Ebert einen solchen Fall untersucht.[2]) Ebert nimmt den Fall des Sonnensystems her und läßt in dieses einen Stern von der Masse der Sonne mit einer Geschwindigkeit von etwa 447 km

[1]) Mit Erlaubnis des J. H. W. Dietzschen Verlages in Stuttgart entnehmen wir dieses interessante Kapitel, eine allgemein verständliche Darstellung der wenig bekannten Ebertschen Untersuchungen, dem Werkchen unsers ständigen Mitarbeiters Felix Linke „Kann die Erde untergehen?“ (Preis geh. 0,75 M, geb. 1 M)

[2]) W. Ebert, Inwieweit kann ein Stern mit großer Geschwindigkeit die Stabilität eines Planetensystems beeinflussen? Stockholm 1896

in der Sekunde (diese Geschwindigkeit ist aus bestimmten mechanischen Gründen so gewählt) in der Weise eindringen, daß er sich der Sonne bis auf 1,26 Erdbahnhalbmesser nähert. Der Weg, den der Stern dann durch unser Sonnensystem nimmt, ist fast eine gerade Linie (mathematisch genauer ausgedrückt eine Hyperbel mit sehr großer Exzentrizität), YY' in unserem Bilde.

Die Untersuchung des Problems ergibt dann folgendes. Der Planet, welcher seine fast kreisförmige Bahn PP' um die Sonne verfolgt, die in S stehe, bewege sich in derselben Bahnebene und Richtung wie der Stern; die Pfeile deuten die Richtung an. Der Stern erreicht größte Annäherung an die Sonne in T'. In diesem Augenblicke soll der Planet in T eintreffen und die Annäherung beider aneinander TT' nur einen Sonnenhalbmesser (691 600 Kilometer) betragen. Dann tritt dies ein: Je näher sich Stern und Planet kommen, desto rascher nimmt die Geschwindigkeit des Planeten um die Sonne ab. Die an die Bahnkurve geschriebenen Zahlen —40, —30 usw. bezeichnen die Anzahl der Tage, die der Planet sich v o r dem Perihel T' befindet, die Punkte geben dafür die genauen Orte an. Die Zahl der Tage n a c h dem Perihel sind mit +1, +2 usw. bezeichnet. Der Planet kommt kurz vor der Annäherung an das Perihel fast zum Stillstande, weil der noch hinter ihm befindliche Stern ihn stark zu sich anzieht, und seine Bahn wird von seinem eigentlichen Bahnkreise PP' nach Q hin abgelenkt. Der Stern erreicht den Punkt Q zuerst, obwohl er sich noch einen Tag zuvor weit hinter demjenigen befindet, den der Planet schon zehn Tage zuvor eingenommen hat. Nachdem der Stern T' passiert hat, beschleunigt sich die Geschwindigkeit des Planeten wegen der starken Anziehung des riesigen Körpers ganz ungeheuer, kann ihm aber nicht folgen, sondern wird wegen des Schwunges, den er vor dem Vorbeigang beider Körper aneinander erhalten hat, in einer fast geradlinigen Bahn von der Sonne weg und in den unendlichen Raum hinausgeschleudert. Der Planet geht also dem Sonnensystem verloren. Er könnte unter Umständen der zweiten eingedrungenen Sonne folgen. In dem betrachteten Falle ist das aber unmöglich, weil die Geschwindigkeit des Sternes zu groß ist, als daß der Planet ihr so schnell folgen könnte, so schnell kann die Anziehung des Sternes die Masse des Planeten nicht beschleunigen. Der so in den Raum hinausgestoßene Planet ist dann seiner Sonne beraubt und das Schicksal von Leben auf ihm wäre besiegelt. Die wärmende Sonne fehlt und innerhalb kurzer Zeit würde alles Leben auf ihm zugrunde gehen, aus Mangel an Wärme und Licht.

Der ganze Vorfall verläuft übrigens wesentlich anders, wenn man die Anfangsbedingungen abändert. Auch das hat E b e r t unter Berücksichtigung mehrerer Veränderungen untersucht. Wir greifen daraus die charakteristischen Planeten heraus und ordnen die Angaben in zwei kleinen tabellarischen Übersichten an. Beim Eintritt in den Wirkungsbereich des Sternes soll sein:

Für den Planeten	Der Bahnhalbmesser	Die Zeit des (Eintrittes in den Wirkungsbereich)		Die Umlaufszeit	Die heliozentrische Länge
1	0,72	1,75	Tage vor dem Perihel	223 Tage	+ 0° 7',5
2	1,11	4,5		427 -	0 0
5	1,20	5,0		480 -	— 3 44,9
9	1,47	5,5		651 -	0 0

Die Bahn wird dann in der Weise verändert, daß bei Austritt des Planeten aus dem Wirkungsbereiche des Sternes folgende Verhältnisse vorhanden sind:

Für den Planeten	Die Zeit (des Austrittes aus dem Wirkungsbereich)		Die Umlaufszeit	Die Bahnexzentrizität
1	2,0	Tage nach dem Perihel	230 Tage	0,183
2	4,75		5 590 -	0,911
5	5,75		—	3,207
9	5,5		53 135 -	0,969

Die Bahn des ersten Planeten wird, da sie weit innerhalb liegt und zu sehr von der Sonne abhängig ist, da zudem der eindringende Stern das System zu schnell durchläuft, nur sehr wenig verändert; die Umlaufszeit vergrößert sich um sieben Tage. Dieser Planet entspräche in seinen Bahnverhältnissen etwa der Venus. Auch der Planet 2 bleibt dem Sonnensystem erhalten; seine fast kreisförmige Bahn verändert sich aber zu einer langgestreckten Ellipse, deren sonnennächster Punkt in nur 0,55 Erdbahnhalbmessern von der Sonne liegt, dessen Aphel nicht weniger als 11,78 Erdbahnhalbmesser weit draußen liegt, also noch weiter als dort, wo Saturn seine Kreise zieht. Die Umlaufszeit verdreizehnfacht sich! Die Erde, welche in diesem Falle zwischen den beiden genannten Planeten stünde, würde in ihren Bahnverhältnissen also schon ganz bedeutende Änderungen erfahren, so bedeutende, daß jedenfalls der Bestand des Lebens auf ihr gefährdet wäre. Das schwerste Schicksal erlitte der 5. Planet, der dem Sonnensystem unwiederbringlich entrissen würde. Planet 9 dagegen, der weiter abstand als das Perihel des eindringenden Sternes, erhielte eine ungeheuer langgestreckte Bahn, die er erst innerhalb von 53 135 Tagen (146 Jahre) durcheilen würde. Die Umlaufszeit würde also mehr als die achtzigfache Länge erhalten. Sein Perihel würde beinahe in Venusentfernung gerückt, während das Aphel auf 5447 Erdbahnhalbmesser, also in fast die doppelte Neptunsentfernung hinausreicht. Diese Bahnellipse wäre also noch viel länger als diejenige des Halleyschen Kometen.

Allgemein lassen sich die Grenzen angeben, bei welchen die Planeten dem Sonnensystem erhalten bleiben oder nicht. Aus der Untersuchung ergibt sich, daß ein Planet, der sich beim Eintritt in die Wirkungssphäre des Sternes zwischen den beiden Grenzen befindet, die durch die Kurven M′M″ und N′N″ angegeben sind, die Bahn einer Hyperbel erhält, das heißt aus unserem System hinausgeworfen wird (da ja eine Hyperbel eine ungeschlossene Kurve ist). Befindet er sich in dem bezeichneten Augenblicke auf einer der Grenzen, so beschreibt er nach seiner Rückkehr zur Sonne eine Parabel um dieselbe und bleibt uns erhalten. Die anderen Planeten erfahren Störungen, die sehr stark sein können, die kreisförmige Bahnen sehr lang auseinander zu ziehen vermögen. Stark exzentrische Bahnen von Körpern innerhalb eines Systems lassen also den Schluß zu, daß ein großer, störender Körper das System gekreuzt hat, was allerdings nicht notwendig zu sein braucht. Den zwischen die genannten Kurven liegenden Gebietsstreifen könnte man als Instabilitätsgebiet bezeichnen, weil die Bahnen der dort in der kritischen Zeit laufenden Himmelskörper nicht stabil sind. Seine Breite hängt davon ab, mit welcher Geschwindigkeit der Stern das Sonnensystem durcheilt. Für solche, die mathematisch zu sprechen gewohnt sind, sei bemerkt, daß die Breite des Instabilitätgebietes umgekehrt proportional der Geschwindigkeit des Sternes ist und mit der Quadratwurzel aus der Entfernung von der Sonne wächst. Je schneller der Stern das System durcheilt, desto weniger Zeit hat er, zerstörend auf dieses zu wirken. Selbst eine Geschwindigkeit von nur einigen hundert Kilometern in der Sekunde kann allzu große Verwüstungen noch nicht anrichten,

wenn nicht etwa die zufällige Konstellation der Planeten das ermöglicht. Das ist aber höchst unwahrscheinlich. Denn ist es schon eine Seltenheit von geringer Wahrscheinlichkeit, daß ein Stern sich in das Sonnensystem verirrt, so ist es noch in kaum nennbar gesteigertem Maße unwahrscheinlich, daß dann gerade eine zufällige und eine zufällig für seine Wirkungen günstige Planetenkonstellation vorhanden ist. Zweifellos befinden sich in der Wirkungssphäre eines eindringenden Körpers immer Massen, die zum Sonnensystem gehören, seien es Kometen oder Meteorschwärme oder kleine Planeten. Stehen die lange genug unter dem Einflusse der Anziehung des Eindringlings, so werden uns diese Massen für immer entführt. Auch Planeten können, wie gesagt, dieses Schicksal haben. Daß das im Haushalte der Welt eine Rolle spielt, beweisen die hyperbolischen Kometen und Meteore. Diese sind unzweifelhaft aus nebelhaften Fernen zu uns gekommen, wo sie vielleicht — es sind auch andere Möglichkeiten vorhanden — auf diese Art ausgewiesen wurden.

Für den Fall unserer Erde erfahren wir aus diesen Erörterungen soviel, daß wir wissen: Möglich ist es, daß ihr das Schicksal einmal blüht, aber höchst unwahrscheinlich. Und wenn der Fall eintritt, dann würden wir ihn lange voraussehen. Denn eine dem Sonnensystem sich nähernde große Masse würde sich durch die Störungen, die sie auf die Planeten ausübt, Jahrtausende im voraus bemerkbar machen, selbst wenn sie völlig dunkel wäre. Wir könnten ihren Ort und ihre Bewegung in jedem Augenblicke bestimmen und feststellen, ob und wann der Zeitpunkt eintritt, in dem wir mit unserer Erde in den kalten Weltraum hinausgeschleudert werden, welchen Planeten sonst dieses Schicksal noch bevorsteht usw. Abwenden könnten wir das Ereignis nicht, wohl aber wüßten wir es. Träte solche Hinausschleuderung ein, dann wäre das Leben der Erde dem Untergange geweiht. Aber schon die Veränderung der Bahn zu einer stark elliptischen würde das wahrscheinlich herbeiführen. Wenn ein Planet die Bahn des Halleyschen Kometen durchfliegen würde, dann bewegte er sich nur während kurzer Zeit in der lebenerhaltenden Sphäre der Sonne, während er den größten Teil seiner Bahn im kalten Weltraum zurücklegen muß, wo der Wärmestrom von dem Glutballe der Sonne her unmerklich ist. Auch da ist an den Bestand des Lebens zum mindesten in den höheren Formen nicht zu denken. Jeedenfalls aber würde eine Veränderung der Bahnexzentrizität der Erde wesentliche Umwälzungen auf unser Klima bewirken, die nicht ohne Einfluß auf die Gestaltung des Lebens bleiben könnten.

Bücherschau

Höfler, Prof. Dr. Alois, Himmelsglobus, aus Modelliernetzen die Sterne durchzustechen und von innen heraus zu betrachten. In drei Ausgaben: Ausgabe I. Inhalt: 1. Das Netz des Globus (in 12 Zweiecken). 2. Das Laubsägemuster für das Holzgestell. 3. Die Kreiseinteilung (auf Karton) für den Horizont. 4. Anleitung zum Lehramte des Himmelsglobus. M. 1,50. Ausgabe II. Inhalt wie I. Das Gestell mit Kreisteilung zum Zusammenstellen fertig. M. 3,—. Ausgabe III. Inhalt wie II. Gestell mit Globus fertig zum Gebrauch. M. 4,50. B. G. Teubner. Leipzig 1913.

Den pädagogischen Wert des Himmelsglobus hat ausführlich einst Wollweber (Der Himmelsglobus als Mittel zur Kenntnis des gestirnten Himmels. Freiburg i. B. Herdersche Verlagshandlung, 1888. Preis M. 1,50) dargelegt. Sein Buch hat wenig Beachtung gefunden. Es sei daher jetzt auf dieses Buch wieder aufmerksam gemacht, da der Teubnersche Verlag einen Modellierbogen auf den Markt bringt, der nach der Ausarbeitung Prof. Höflers angefertigt wurde. Man kann sich mit ihm selbst einen einfachen Globus herstellen, der seinen Zweck vorzüglich erfüllt. Die Selbstherstellung

erhöht den Lehrwert, da der Hersteller gezwungen ist, dabei auf allerlei Umstände zu achten, die ihm am fertigen Globus leicht entgehen. Dem Globus fehlt die Kappe der für uns südlichen Zirkumpolarsterne, weil wir diese ja doch niemals sehen; dort bleibt der Globus offen, sodaß man in ihn hineinblicken kann und, gegen eine Lampe oder das helle Tageslicht gehalten, nunmehr die Sterne als helle Punkte ebenso sieht wie am Himmel. Beleuchtet man den Globus von innen, so sieht man im dunklen Raume die Sterne als helle Punkte auf dem Globus. Wir begrüßen dieses Hilfsmittel mit der beigegebenen Anleitung zur Benutzung als ein neues Lehrmittel von ausgezeichnetem pädagogischen Werte. F. Linke

Moebius, Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper. 11. Auflage, bearbeitet von Professor Dr. Hermann Kobold in Kiel. 2 Bändchen. I. Das Planetensystem. Mit 33 Figuren. II. Kometen, Meteore und das Sternsystem. Mit 15 Figuren und 2 Sternkarten. (Sammlung Göschen No. 11 und 529.) G. J. Göschen'sche Verlagshandlung in Leipzig. Preis in Leinwand gebunden jeder Band 90 Pfennige.

Die Göschensche Sammlung ist nicht eine ganz populäre Sammlung, sondern bis zu gewissem Grade eine Fachsammlung; ihre Bändchen haben mehr den Charakter von Kompendien als den flüssiger breiter Darstellungen. Das hält auch das gedrängte kleine astronomische Buch inne. Es ist mehr zur schnellen Orientierung und als Nachschlagewerkchen gedacht, denn als erste Einführung in den Gegenstand. Seitdem die Astrophysik von diesem Werkchen zu einem besonderen Bändchen abgetrennt wurde, hat die Reichhaltigkeit und Eindringlichkeit des Werkchens, das in der neuesten (elften!) Auflage Prof. Kobold in Kiel besorgt hat, noch erheblich gewonnen.

Hermes, O., Elemente der Astronomie und mathematischen Geographie. Herausgegeben von P. Spies und K. Graff. Verlag von Winckelmann & Söhne, Berlin. 6. Aufl., 56 S. 1,20 M.

Das Heftchen ist eine Sonderausgabe des kurzen knappen Anhanges des altbewährten Jochmannschen Physikbuches. Schon in der alten Form war es recht geeignet, als Einführung in die Astronomie zu dienen. Graffs pädagogisch geschickte Hand hat es modernisiert und eine Reihe neuer lehrreicher Bilder gezeichnet, die den Wert des Heftchens wesentlich erhöhen.

Köppen, W., Klimakunde. I. Allgemeine Klimalehre. 2. verb. Aufl. Mit 7 Taf. u. 2 Fig. (Sammlung Göschen) 8⁰ 132 S. Leipzig, G. J. Göschensche Verlagshandlung. In Lwd. geb. 90 Pfg.

In zweiter verbesserter Auflage erscheint von Köppens Klimalehre das erste Bändchen. Es bespricht Inhalt der Klimakunde und die klimatischen Elemente und Faktoren, die meteorologischen Beobachtungen und deren Bearbeitung, das Kapitel Strahlung und Wärme, Wind, das Wasser in der Atmosphäre, um dann zur Darstellung der Klimatypen und der klimatischen Zonen überzugehen. Dankenswert ist auch die Angabe weiterer und eindringlicher Literatur, an deren Hand der Leser weiter vordringen kann. L

Tafeln zur astronomischen Ortsbestimmung im Luftballon bei Nacht sowie zur leichten Bestimmung der mitteleuropäischen Zeit an jedem Orte Deutschlands. Herausgegeben von Prof. Dr. K. Schwarzschild und Dr. O. Birck. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht. 1909. Preis kart. 3,80 M.

Diese Tafeln ermöglichen die Ortsbestimmung vom Ballon aus bei Nacht ohne viele Rechnung. Das war Vorbedingung, denn die Mannschaft eines Ballons ist gewöhnlich mit zahlreichen Arbeiten beschäftigt, sodaß man oft auch unter den Umständen einer Ballonfahrt nicht Zeit und Ruhe hat, sich auf lange Operationen einzulassen. Mit Hilfe der vorliegenden Tafeln ist nur notwendig eine nach mitteleuropäischer Zeit gehende Uhr und irgend ein Libellenquadrant zum Messen von Gestirnshöhen. Jede andere und jede weitere Rechnung ist dann durch passende Verwendung der Tafeln unnötig. Die Tafeln sind sehr handlich, doch wäre es im Interesse der Sache vorteilhaft, wenn sie nicht autographiert, sondern gedruckt wären.

Zuntz, N., Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt. Heft 3 der Folge „Luftfahrt und Wissenschaft", herausgegeben von Joseph Sticker. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1912. IV u. 67 S.

Das Buch füllt eine bedauerliche Lücke aus, eine Lücke, die vielen Erfindern das Leben zerstört hat. Denn die zahlreichen Versuche, Flugmaschinen ohne Motor zu bauen, nur für das Fliegen mit Menschenkraft eingerichtet, konnten solange auch von ernsthaften Erfindern und Konstrukteuren unternommen werden, wie man keine klare Erkenntnis von dem Arbeitsaufwand beim Fliegen hatte. Zuntz'Buch bringt darüber nüchterne durchsichtige Zahlen und Nachweise, an deren Hand jeder erkennt, daß der Versuch, eine motorlose Flugmaschine zu bauen, dem Versuche gleichkommt, ein sogenanntes Perpetuum mobile zu konstruieren. Denn es ergibt sich, daß zur Erhebung eines

Menschen in die Luft etwa 5 Pferdekräfte erforderlich sind, eine Arbeit, die kein Mensch auch nur während Momenten zu leisten imstande ist. Nach Erledigung dieser wichtigsten Aufgabe erörtert der Verfasser die Fragen: Die Sinnesorgane in ihrer Beziehung zur Luftfahrt, die Bedeutung der Ballongase für die Gesundheit des Luftfahrers, die Einwirkung größerer Höhen auf Kreislauf und Atmung, Erscheinungen des Sauerstoffmangels in geringen Höhen, Sauerstoffatmung als Mittel zur Erreichung größerer Höhen, Berechnung der größten erreichbaren Höhen. — Das eifrige Studium aller dieser Fragen sollte von jedem verlangt werden, der sich mit der Flugtechnik beschäftigt und sich in die Luft erhebt. Die Ergebnisse sollten eiserner Wissensbestand jedes Luftfahrers sein. L

Block, Dr. Walter, Grundlagen der Photographie. Thomas' Volksbücher No. 88/90. Mit 28 Abb. Preis 0,60 M., geb. 0,85 M. Theodor Thomas' Verlag, Leipzig, 1913.

Ein vorzügliches kleines Büchlein, das in leichtverständlicher aber wissenschaftlich einwandfreier Weise den Stoff darstellt. Es legt die wissenschaftlichen Grundlagen schlicht und knapp dar, und bei der Erörterung der praktischen Fragen kommen die persönlichen Erfahrungen des Verfassers dem Werkchen sehr zu statten.

Biltz, W., Ausführung qualitativer Analysen. Mit 1 Taf. u. 13 Fig. i. Text. Leipzig 1913. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 8⁰. 11, 139 S.

„Eine richtige chemische Analyse ist eine Charakterfrage" pflegte einer meiner Freunde, ein physikalischer Chemiker, zu sagen. Und das trifft den Kern der Sache besser als die Klagen Clemens Winklers: „Die Kunst des Analysierens ist in bedauerlichem Rückgange begriffen!" Deshalb ist die Kunst des Analysierens eine Sache, die sich nur zum Teil erlernen läßt. Trotzdem sollte darauf das allergrößte Gewicht gelegt und die Lehrmethode danach eingerichtet werden. — Biltz' Buch ist in erster Linie für den Anfänger bestimmt, sodaß es nur die Elemente der anorganischen Chemie als Vorkenntnisse voraussetzt. Der Verfasser hält es daher mit Recht für erforderlich, zuerst recht ausführliche Arbeitsvorschriften und Anweisungen zu geben, die späteren aber immer knapper zu halten und schließlich bei den letzten auf andere Literatur zu verweisen. Wissenschaftliche Erklärungen sind in dem Buche fast ganz vermieden, es werden aber Fingerzeige und zahlreiche Literaturnachweise gegeben, die dem Bedürfnis nach spezieller Orientierung nachkommen. L

Bendt, Franz, Grundzüge der Differential- und Integralrechnung. Fünfte Auflage, durchgesehen und verbessert von Dr. phil. G. Ehrich. Mit 39 Abb. Leipzig. 1914. J. J. Weber, Illustrierte Zeitung. 8⁰. 267 S.

Eine Infinitesimalrechnung für solche, die in den Elementen mit diesem wichtigen Hilfsmittel der Wissenschaft und Technik vertraut sein wollen.

Bein, Dr. Willy, Otto v. Guericke über die Luftpumpe und den Luftdruck. Aus dem dritten Buch der Magdeburgischen Versuche, neu übersetzt und mit einer Einleitung versehen. Voigtländer's Quellenbücher Bd. 20. R. Voigtländer's Verlag in Leipzig 1912. 96 S. kart. 0,70 M.

In der hier schon besprochenen Weise der Quellenbücher des Voigtländerschen Verlages angelegt. Guerickes Lebensarbeit ist viel unbekannter als die anderer großer Forscher, weshalb dem Büchlein Verbreitung zu wünschen ist.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. I. Physikalischer Teil von Albert Einstein. II. Mathematischer Teil von Marcel Großmann. Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin 1913. geh. 1,20 M.

Personalien

Der ordentliche Professor der theoretischen und praktischen Astronomie an der deutschen Universität Prag und Direktor der Sternwarte daselbst Dr. Ladislaus Weinek ist gestorben. Prof. Weinek war Ehrenmitglied des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte; wir werden auf sein Leben und Wirken noch ausführlicher zurückkommen.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



14. JAHRGANG 7. HEFT **DAS WELTALL** 1. JANUARHEFT 1914

INHALT

Radioaktive Substanzen und durchdringende Strahlung in der Atmosphäre

Von Dr. W. Kolhörster in Halle a. S.

Noch nicht zwei Jahrzehnte sind verflossen, seitdem Henri Becquerel die ersten Spuren der Radioaktivität am Uran entdeckte und schon ist die Wissenschaft der radioaktiven Substanzen zu einer eigenen, weit entwickelten Disziplin ausgebildet worden, deren Probleme auf allen Gebieten der Naturwissenschaften außerordentliche Bedeutung erlangt haben. Die damit erst zur rechten Geltung gebrachte Theorie der Ionisation der Gase hat für die Aufklärung der Luftelektrizität bahnbrechend gewirkt, gerade zu einer Zeit, in der durch die schnelle Entwicklung der Luftfahrt alle diese Fragen erhöhtes praktisches Interesse gewinnen.

Die folgenden Ausführungen sollen auf zwei Faktoren etwas näher eingehen, die zum Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre beitragen, die radioaktiven Substanzen und die durchdringende Strahlung. Sie machen in keiner Beziehung Anspruch auf eine vollständige Behandlung des Materials, vielmehr sind sie in erster Linie für diejenigen bestimmt, die diesem Gebiet ferner stehen und bringen daher manches ausführlicher, was für den Fachmann zugunsten einer erweiterten Darstellung hätte fortbleiben können. Auch läßt sich bei dem Bestreben, gerade die wichtigen neuesten Resultate zu skizzieren, eine gewisse subjektive Wiedergabe nur schwer vermeiden. Es erscheint angebracht, einiges über

radioaktive Substanzen

voranzuschicken. Radioaktive Substanzen sind solche, deren Atome nicht wie die der übrigen bekannten Elemente merklich stabil, sondern einem länger oder kürzer dauernden Zerfall ausgesetzt sind. Nach der von Rutherford und Soddy aufgestellten Theorie des Atomzerfalls, die zur allgemeinsten Geltung gelangt ist, läßt sich dieser Vorgang höchst einfach dadurch ausdrücken, daß in jedem Zeitteilchen immer gerade ein bestimmter Bruchteil der vorhandenen wandlungsfähigen Atome zerfällt. Sind also N-Atome vorhanden, so zerfallen in der Zeit dt

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

Atome, wo unter λ ein Faktor zu verstehen ist, der wie gesagt, den Bruchteil der zerfallenden Atome angibt. Will man die nach einer längeren Zeit t noch vorhandenen Atome N_t berechnen, so ergibt die Integration

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

wo N_0 die zur Zeit 0 vorhandenen Atome, e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Der Faktor λ wird als die Abklingungskonstante bezeichnet. Statt λ ist es gebräuchlich, die Halbwertszeit T anzugeben, die ausdrückt, nach welcher Zeit gerade noch die Hälfte der ursprünglichen Substanz vorhanden ist. Der Faktor λ hat sich für ein und dieselbe Substanz als stets gleich erwiesen oder richtiger gesagt, wir setzen die Konstanz von λ voraus und nehmen je nach den verschiedenen λ verschiedene Substanzen an. Die Berechtigung hierzu liegt darin, daß es sich bis jetzt als unmöglich herausgestellt hat, die Abklingungskonstante einer wohldefinierten radioaktiven Substanz selbst mit unseren stärksten Mitteln zu beeinflussen.

Man pflegt drei sogenannte Familien radioaktiver Substanzen zu unterscheiden, die Uran-Ionium-Radium-, die Thor-, und die Actinium-Familie und es kompliziert natürlich die ganzen Verhältnisse außerordentlich, daß mit Bildung des ersten Zerfallproduktes aus diesem wieder weitere hervorgehen. Die Atome bauen sich also in einer Stufenfolge ab und man kann, wenn man z. B. ein genügend altes Radiumprodukt hat, alle Unterprodukte wie Radiumemanation, RaA, B, C_1, C_2, D, E_1, E_2, F in ihm nachweisen. Alle drei Familien zeigen gewisse Übereinstimmungen. Für uns ist es von besonderem Interesse, daß sowohl Radium, Thorium und Actinium aus dem festen Zustand in Gase, sogenannte Emanationen, übergehen, die dann ihrerseits wieder feste Substanzen, die radioaktiven Niederschläge, liefern. Dadurch ist es nämlich möglich, daß die im Erdboden fast überall verbreiteten aber nur in höchster Verdünnung vorhandenen radioaktiven Substanzen in die Luft gelangen. Daß es sich in der Tat beim Zerfall der Radioelemente um eine Explosion der Atome von äußerster Heftigkeit handelt, beweisen die dabei freiwerdenden großen Energiemengen. Und damit kommen wir auf ein neues Moment, nämlich das, wodurch sich uns alle diese Vorgänge im Atom erst erschlossen haben.

Die radioaktiven Substanzen senden Strahlen aus, die man nach Rutherfords Vorschlag mit α, β, γ-Strahlen bezeichnet. In ihnen ist die bei der Umwandlung der Atome frei werdende Energie aufgespeichert und ihre Wirkungen sind daher ganz ungeheuer groß. Die α-Strahlen sind Heliumatome, die sich von denen des Gases Helium dadurch unterscheiden, daß sie zwei sogenannte positive Elementarladungen tragen. Sie besitzen, wenn sie vom Radium ausgeschleudert werden, eine Geschwindigkeit von annähernd 10 bis 20 000 km in der Sekunde. Mit noch größerer Geschwindigkeit, bis zu 285 000 km in der Sekunde, werden die β-Teilchen ausgesandt, die als negative Elementarladungen ohne wägbare Masse angesprochen werden. Die γ-Strahlen sind insofern interessant, als sie den Lichtwellen analog Stoßwellen im Äther darstellen. Die Geschwindigkeit der α- und β-Strahlen ändert sich je nach der aussendenden Substanz, so daß auch in der Messung ihrer Geschwindigkeit ein Mittel zur Identifizierung gegeben ist, ähnlich wie durch die Angabe der Abklingungskonstanten. Alle drei Strahlenarten erzeugen beim Aufprall auf Materie Sekundärstrahlen, die den β-Strahlen-Typus besitzen. Die α-Strahlen, solche mit geringer Geschwindigkeit (3000 km in der Sekunde), die sich nur durch ihre negative Ladung verraten, die β-Strahlen und γ-Strahlen dagegen solche mit so großer Geschwindigkeit, daß sie ihrerseits ionisierend wirken können. Die β-Strahlen treten stets mit γ-Strahlen zusammen auf, man nimmt daher an, daß diese bei der Explosion des Atoms gleichzeitig mit den β-Strahlen entstehen. Wir erwähnen eben, daß alle diese Strahlenarten, mit Ausnahme der von α-Teilchen erzeugten Sekundärstrahlen, ionisierend wirken, d. h. die Luft leitend machen, indem sie die neutralen Luftteilchen in positiv und negativ geladene Reste,

Ionen, zerlegen. Dies Ionisierungsvermögen ist nun wiederum ganz verschieden. Am besten wirken die α-Teilchen infolge ihrer großen Masse, dann die β-Teilchen und dann die γ-Strahlen. Hat man also eine radioaktive Substanz, läßt durch eine bestimmte Strahlenart die Luft in einem Gefäß ionisieren und bringt in dieses ein Elektrometer, dessen Entladungsgeschwindigkeit man mißt, so ist diese unter gewissen Umständen (Sättigungsstrom) ein recht genau definiertes Maß für die Anzahl der erzeugten Ionen und damit wiederum für die Strahlen und die Menge der sie aussendenden Substanz. Von der ungeheueren Empfindlichkeit dieser Meßmethode kann man sich kaum eine wirkliche Vorstellung machen. Ein α-Teilchen z. B. erzeugt ungefähr 200 000 Ionen in Luft von Atmosphärendruck, ehe es sein Ionisierungsvermögen verliert. Wenn man nun bedenkt, daß nach den Messungen von Rutherford und Hans Geiger und denen von Regener ein Gramm Radium in der Sekunde 3,4 mal 10^{10} α-Teilchen liefert (das sind also 34 000 mal 1 Million), und daß 1 bis 2 Ionen auf den Kubikzentimeter in jeder Sekunde noch nachweisbar sind, so wird man ohne weiteres zugeben, daß die elektrische Methode selbst unsere feinsten spektroskopischen Messungen bei weitem übertrifft. Diesem Umstande ist denn auch die Kenntnis von der allgemeinen Verbreitung der radioaktiven Substanzen zu danken.

Im Jahre 1901 fanden Geitel und Wilson fast gleichzeitig, daß der Elektrizitätsverlust eines geladenen Elektrometers von einer Ionisation des umgebenden Luftraumes herrührt. Elster und Geitel vermuteten, daß diese Ionisation von radioaktiven Substanzen hervorgerufen wird, die möglicherweise in der Atmosphäre vorhanden sein konnten. Nun hatte Rutherford durch seine Entdeckung der Thoremanation gezeigt, daß der aus ihr entstehende aktive Niederschlag auf negativ geladenen Leitern sich konzentriert, was beweist, daß mindestens ein Produkt dieser Niederschläge im Gegensatz zu der Emanation positiv elektrisch geladen sein muß. Ähnliche Eigenschaften wurden bei der von Dorn entdeckten Radiumemanation gefunden. Ebenso für das von Debierne und Giesel erhaltene Aktinium und seine Emanation. Elster und Geitel exponierten also negativ geladene Drähte der freien Luft und erbrachten damit den tatsächlichen Nachweis des Vorhandenseins radioaktiver Substanzen in der Atmosphäre, indem sie zeigen konnten, daß sich auf den so exponierten Drähten eine radioaktive Substanz niedergeschlagen hatte, die sich sogar abwischen ließ. Die genauere Analyse ergab dann ferner, daß aktive Niederschläge des Radiums und des Thoriums und in besonderer Anordnung auch die des Actiniums auf diese Weise zu erhalten sind. Wenn aber aktive Niederschläge aus der Luft gewonnen wurden, so konnte man auch das Vorhandensein der Emanation annehmen. Denn aus dieser entstehen erst jene. Demgemäß hat man nun mit bestem Erfolge versucht, die Emanationen selbst aus der Luft zu gewinnen. Zu diesem Zweck verwandten Eve und Satterly die Eigenschaft der Kokusnußkohle, Gase zu okkludieren. Sie leiteten längere Zeit Luft über sorgfältig ausgeglühte Kohle, trieben dann die adsorbierten Gase durch Erhitzen aus und überführten sie in ein geeichtes Elektrometer, wo ihre Aktivität gemessen wurde. Hofmann verfuhr so, daß er die zu untersuchende Luft durch Petroleum leitete, das auf —21° abgekühlt wurde. Dies beruht auf der bekannten Eigenschaft der Kohlenwasserstoffe, besonders bei tiefen Temperaturen eine größere Menge Emanation zu adsorbieren als bei höheren. Schließlich gelang es auch, die Emanationen bei sehr tiefen Temperaturen zu kondensieren, einen Weg, den Ebert und Ashman mit Erfolg beschritten haben. Wir besitzen also zwei Me-

thoden zum Nachweis der Emanationen, eine direkte, indem wir die Emanationen durch Okklusion, Adsorption und Kondensation, eventuell unter Verwendung tiefer Temperaturen, abfangen, und eine indirekte, indem wir ihre Zerfallsprodukte auf geladene Drähte konzentrieren. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile. Die direkte gestattet einen nahezu quantitativen Nachweis, da die mit bekannten Emanationsmengen angestellten Vergleichsmessungen den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen — was bei der Drahtaktivierung nicht der Fall ist. Die indirekte Methode läßt das Vorhandensein aller drei Emanationen erkennen — was die direkte Methode nicht leistet. Und das kommt so: Während die Radiumemanation die verhältnismäßig lange Halbwertszeit von 3,8 Tagen besitzt, haben die Thor- und Actiniumemanation nur solche von 54 bezw. 3,4 Sekunden. Infolgedessen wird man bei der direkten Methode im wesentlichen nur die Radiumemanation zur Messung bringen können, weil die anderen schon zerfallen sind. Dadurch, daß die aktiven Niederschläge des Thoriums längere Lebensdauer besitzen als die des Radiums und Actiniums, läßt sich Thorium durch Drahtaktivierung bequem nachweisen. Die nach der direkten Methode gewonnenen Werte für den mittleren Gehalt der dem Erdboden nahen Schichten der Atmosphäre ergeben nach eingehenden Messungen von Eve, Satterly und Ashman an verschiedenen Orten 83 mal 10^{-12} Curies pro Kubikmeter, und nach den letzten Angaben von Satterly liegt dieser Wert im Mittel noch etwas höher.

Die erdnahen Schichten beziehen ihre radioaktiven Substanzen aus dem Erdboden selbst. Elster und Geitel, die diese Vermutung zuerst aufstellten, bewiesen sie durch Untersuchungen von Bodenproben. Es würde zu weit führen, auch nur annähernd einen Überblick über die hierher gehörigen Untersuchungen geben zu wollen, wir müssen uns vielmehr damit begnügen, daß eingehende Gesteinsanalysen, wie solche von Eve, Joly, Strutt und anderen ausgeführt worden sind, einen mittleren Wert von $2 . 10^{-12}$ Gramm Radium und $1,2 . 10^{-5}$ Gramm Thorium auf jedes Gramm Bodensubstanz ergeben haben. Die neuesten Untersuchungen der oberen Bodenschichten führen dagegen zu einem etwa um das zehnfache niedrigeren Resultat. Man kann wohl annehmen, daß die der Verwitterung noch nicht in zu starkem Maße ausgesetzten Gesteine höheren Gehalt besitzen, während die oberen Schichten einen größeren Teil ihrer aktiven Substanzen durch Atmosphärilien verloren haben. Satterly hat ähnlich wie Sanderson auch die Aktivität der Bodenluft bestimmt und hat gefunden, daß die aus 1 bis $1^1/_2$ m unter der Oberfläche abgesaugte Luft einen Gehalt von $200 . 10^{-12}$ Curies pro Liter, also annähernd 2000 mal mehr Emanation besitzt als gewöhnlich in der Luft vorhanden ist. Das Verhältnis der Radiumemanation zur Thoriumemanation nimmt mit der Tiefe erheblich zu, alles Ergebnisse, die uns später bei der Besprechung der durchdringenden Strahlen von Nutzen sein werden. Bei der rechnerischen Nachprüfung der Auffassung von Elster und Geitel, daß nämlich der Radiumgehalt der Bodenschichten für die Versorgung der Atmosphäre mit radioaktiver Emanation allein in Betracht kommt, ergibt sich, daß tatsächlich die vorhandenen Mengen ausreichen, um eine gleichmäßige Verteilung der Radium-Emanation in den ersten zehn Kilometern anzunehmen.

Weiter hat man die Verteilung der Emanation über Land und Meer zu gleichem Schluß benutzt. Der Gehalt des Meerwassers an radioaktiven Substanzen ist gering. Nach Untersuchungen von Strutt, Eve und Joly im Mittel ungefähr 10^{-15} Gramm Radium in jedem Gramm Wasser, sodaß hiernach

wohl ein geringerer Gehalt der Luft über dem Meere zu erwarten ist. Dies hat sich vielfach bestätigt, andererseits darf nicht verschwiegen werden, daß manche Beobachter die Luft über dem Meere ebenso aktiv fanden, wie auf dem Lande, wenn auch diese Befunde vielfach auf den Einfluß besonderer meteorologischer Faktoren, wie Landwinde und dergl., zurückgeführt werden konnten. Da über dem Meere fast ausschliesslich Radiumemanation, aber keine Thorium- und Actiniumemanation (Thoriumemanation nur nahe der Küste) gefunden wurde, so darf das dahin gedeutet werden, daß die feste Erdkruste mit ihren eingelagerten aktiven Substanzen die Luft mit Emanationen versorgt. Den Mechanismus dieses Vorganges können wir uns nach den umfassenden Untersuchungen, die vor allem von Ebert und seinen Schülern ausgeführt worden sind, so vorstellen: Die Emanationen verlassen ihre Muttersubstanz und diffundieren in die Luft der Erdkapillaren, aus denen sie durch Druck- und Temperaturschwankungen an die Oberfläche gelangen, von wo sie die Winde und Vertikalströmungen in die Atmosphäre tragen. Man hat im allgemeinen gefunden, daß Erniedrigung des Luftdruckes und der Temperatur den Emanationsgehalt steigert, Erhöhung ihn vermindert, was ja unschwer zu erklären ist. Daß dieses Verhalten häufig lokal gestört wird und besonders die klimatischen Verhältnisse (Simpson, Karasjoh) und die Bodenbeschaffenheit (Gockel-Freiburg i.d. Schweiz) mitsprechen, ist selbstverständlich zu erwarten.

Die Aktivität atmosphärischer Niederschläge, wie Regen oder Schnee, läßt keinen Zweifel darüber zu, daß nicht auch die Emanationen und ihre Zerfallsprodukte in größeren Höhen vorkommen. Leider sind diesbezügliche Untersuchungen im Freiballon erst sehr selten unternommen worden, so daß die Feststellungen von Saake, Gockel und Flemming nicht viel mehr als die Tatsache besagen, daß auch dort Emanationen vorhanden sind. Allein die Messungen von Flemming, der die Methode der Drahtaktivierungen bis in die Höhen von etwa 7000 bis 8000 m anwandte, haben einige Aufklärung über die Verteilung der Radiumemanation ergeben. Interessant ist es, daß der Emanationsgehalt noch in 7000 m, wenn auch geschwächt, nachgewiesen werden konnte und daß vor allem an Wolkenschichten größere Mengen gefunden wurden. Wir müssen uns daher vorläufig noch mit Vermutungen begnügen, wenn wir ein Bild über die Verteilung der radioaktiven Substanzen in den oberen Schichten der Atmosphäre gewinnen wollen. Immerhin dürften die Überlegungen Interesse haben, insofern sie Untersuchungen, wie solche vom Aerophysikalischen Forschungsfonds in Halle ausgeführt werden, gewisse Richtlinien geben können. Haben die Emanationen infolge der oben angeführten Ursache die Erdoberfläche erreicht, so werden die Actiniumemanationen schon zum größten Teil verschwunden und die Thoriumemanation auch schon stark zerfallen sein. Nur die Radiumemanation wird sich dank ihrer langen Lebensdauer fast ungeschwächt vorfinden. Während nun aber die sämtlichen Emanationen ungeladen sind und daher nicht durch das starke Erdfeld beeinflußt werden, sind die aktiven Niederschläge positiv geladen und ihm unterworfen. Sie werden sich zum großen Teile an den Grashalmen, Bäumen, Gebäuden absetzen, die infolge des Erdfeldes negatives Potential haben. Nur starke Vertikalböen ermöglichen es, die Actiniumemanation noch bis etwa 10 m über den Erdboden zu heben, während ihre Zerfallsprodukte in etwas größere Höhen gelangen können, dort aber natürlich nur in so kleinen Mengen vorkommen, daß sie sich den Messungen entziehen.

Die Drahtaktivierungsmethode hat zum Nachweis von Actinium dicht am Erdboden gedient, aber damit ist die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreicht. Interessanter liegen die Verhältnisse beim Thorium. Seine schnell zerfallende Emanation kann unter günstigen Bedingungen schätzungsweise bis $^1/_2$ km hoch getragen werden. In größeren Höhen, dort, wo diese Emanation schon zerfallen ist, werden wir aber in der Drahtaktivierung ein Mittel haben, noch Thoriumprodukte nachweisen zu können; denn die aktiven Thoriumniederschläge haben eine sehr lange Lebensdauer, so daß sie sehr wohl in entsprechend größere Höhen gelangen, wenn auch ein guter Teil durch die Wirkung des Erdfeldes und der Schwere wieder auf den Boden gebracht wird. Am meisten verspricht die direkte Methode bei der Radiumemanation. Es dürfte angängig sein, mit ihr bis zur oberen Inversion erfolgreiche Messungen auszuführen. Zusammenfassend können wir sagen, daß in erdnahen Schichten alle drei Emanationen mit ihren Zerfallsprodukten zur Ionisation der Luft beitragen, in höheren dagegen die des Thorium und vorzugsweise die des Radium. (Schluß folgt)

Über das Sternschwanken

Von Dr. F. S. Archenhold

Das wechselvolle Spiel des scheinbaren Verlöschens und Wiederaufblitzens der Sterne ist eine Erscheinung, die selbst dem gleichgültigsten Beobachter nicht entgehen kann. Der gestirnte Himmel erhält durch diese schnelle Helligkeitsschwankung des Lichtes, die zumeist von einem lebhaften Wechsel der Farbe und einem scheinbaren kleinen Hin- und Herspringen der Sterne begleitet ist, eine eigenartige Belebung.

Dieses Erzittern, Scintillieren und auch Funkeln der Sterne genannt, ist atmosphärischen Ursprungs, abhängig von der Höhe der Gestirne über dem Horizonte, ihrer Helligkeit und der lichtzerstreuenden Kraft der Atmosphäre.

Von diesem Phänomen, das bereits den Alten ein Unterscheidungsmerkmal der Fixsterne von den in ruhigem, gleichmäßigem Lichte erglänzenden Planeten abgab, ist die Erscheinung des Sternschwankens wesentlich verschieden.

Im dritten Bande seines „Kosmos“, A, α, II, berichtet Alexander von Humboldt beiläufig über diese „optische Erscheinung“, die er auf allen seinen Bergbesteigungen nur einmal, und zwar vor dem Aufgange der Sonne am 22. Juni 1799 am Abhange des Piks von Teneriffa, beobachtet hat. Im Malpays, ungefähr in einer Höhe von 3473 m über dem Meere, sah er mit unbewaffnetem Auge „tiefstehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und fielen an die vorige Stellung zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meereshorizont. Dieselbe Erscheinung war in einem Fernrohr sichtbar, und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten“.

Die Ursache dieser sehr eigentümlichen Erscheinung läßt Humboldt offen; er fragt nur, ob diese Ortsveränderung „zu der so viel bestrittenen lateralen Strahlenbrechung“ gehört, oder ob „die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenscheibe, so gering sie auch durch Messung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie“ darbietet, um

so mehr, als nahe am Horizont ohnedies jene Bewegung scheinbar vergrößert werde.

Nach einem halben Jahrhundert ist dieselbe Erscheinung des Sternschwankens an genau demselben Orte von dem Prinzen Adalbert von Preußen, den Humboldt einen „unterrichteten und sehr aufmerksamen Beobachter“ nennt, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden, und zwar wieder vor Sonnenaufgang. Humboldt fand die Beobachtungen in des Prinzen handschriftlichem Tagebuche, der sie vor seiner Rückkehr vom Amazonenstrome eingetragen hatte, ohne von Humboldts Wahrnehmungen etwas gewußt zu haben.

Humboldt selbst hat auf dem Rücken der Andenkette oder „bei der häufigen Luftspiegelung (Kimmung mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika trotz der so verschiedenartigen Mischung ungleich erwärmter Luftschichten keine Spur lateraler Refraktion je finden können.

Schließlich berichtet Humboldt in den Berichtigungen und Zusätzen noch von einer Beobachtung des Sternschwankens, die ihm der Oberlehrer der Mathematik Flesch[1]) zukommen ließ. Danach sahen der Oberprimaner Keune und der Sattlermeister Thugutt in Trier zwischen 7 und 8 Uhr abends am 20. Januar 1851 den Sirius bald auf-, bald abwärtsgehen, bald nach der linken, bald nach der rechten Seite hin schwanken, ja bisweilen sich im Kreise bewegen. Keune sah, mit dem Kopfe an eine Mauer gelehnt, den Sirius in geringer Höhe über einem Hause stehen und hinter dem Dache desselben bald verschwinden, bald wieder zum Vorschein kommen. Die Beobachter glaubten zuerst, jenes bekannte Spielzeug der Knaben, einen fliegenden Drachen mit einer brennenden Laterne versehen, vor Augen zu haben. Auch schien der Stern an Glanz bald zu-, bald abzunehmen, bisweilen sogar auf Augenblicke verschwunden zu sein, obgleich der Himmel heiter war.

Die folgenden Jahre, 1852, 1853, 1854, bringen eine Reihe von Beobachtungen und Erklärungsversuchen des Sternschwankens, die in Jahns „Unterhaltungen für Dilettanten und Freunde der Astronomie, Geographie und Meteorologie“ niedergelegt sind. Eine Besprechung jeder einzelnen dieser Beobachtungen würde uns hier zu weit führen, wir können um so eher hierauf verzichten, als Herr Schweizer[2]) an die Publizierung seiner mit Herrn Bredichin gemeinschaftlich ausgeführten Beobachtungen eine Diskussion aller früheren Beobachtungen des Sternschwankens angeschlossen hat.

Schwankungen sind zumeist nur an Sternen unweit des Horizontes wahrgenommen worden. Entweder schienen die Sterne in einer wagerechten, beziehungsweise senkrechten Richtung ruckweise eine Strecke weit bis zu einem Haltepunkte vorzugehen, hier eine Zeitlang zu verweilen und dann in gerader Richtung dem Ausgangspunkte wieder zuzueilen, oder Kreise beziehungsweise Ellipsen von Durchmessern bis zu mehreren Vollmondbreiten zu beschreiben, oder endlich, freilich etwas seltener, geschlängelte Linien nach verschiedenen Richtungen in geschlossenem Wege zurückzulegen.

Die Erscheinung ist, je nachdem sich der Stern auf die eine oder andere Weise bewegte, von den verschiedenen Beobachtern verglichen worden mit dem plötzlichen Niederfallen einer langsam aufgestiegenen Rakete, mit dem

---

[1]) Berichte der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1851

[2]) Bulletin de la Société des naturalistes de Moscou, nouv. Série. Moscou 1857. T. XXX. 2 p. 440 bis 457 und 1858 T. XXXI. 1 p. 477 bis 500



springenden Lichte einer in dunkler Nacht von einer ängstlich hin und hersuchenden Person getragenen Laterne oder, wie von dem Afrikareisenden E. Vogel, mit dem Lichte eines in stürmischer See auf- und abtänzelnden Leuchtschiffes.

Die folgenden Jahrzehnte sind arm an Beobachtungen des Sternschwankens, bis Herr Prof. Weyer in Kiel das Phänomen den Astronomen wieder in Erinnerung gebracht hat.[1])

Herr Weyer hatte vielfach vergeblich nach der Erscheinung des Sternschwankens gesucht, bis sie sich ihm (am 14. März 1888) um 2 Uhr 10 Minuten nachts unerwartet von selbst darbot. Diese Beobachtung und die begleitenden Umstände waren folgende:

Von ungewöhnlich langem Rechnen ermüdet, brach Herr Weyer dieses ab und begab sich ans Fenster, wo sein Blick sofort durch einen hellstrahlenden roten Punkt gefesselt wurde, der bei geringer Höhe über dem Horizont sich zu bewegen schien. Er überzeugte sich bald, daß es sich um kein irdisches Licht, sondern um den in 4 bis 5 Grad Höhe stehenden Antares handelte, und nahm eine ruhig angelehnte Stellung ein, um zu beobachten, welcher Art die Bewegung sei. Einen Augenblick schien der Stern zu ruhen, begann aber bald eine horizontale Bewegung nach links, kam dann wieder zur Ruhe und setzte gleich darauf seine Bewegung nach links fort. Nachdem so etwa 3° bis 4° zurückgelegt sein mochten, folgte eine Bewegung nach rechts, abwechselnd mit einer geringeren Bewegung aufwärts und abwärts, selten unterbrochen durch ein zeitweiliges Erlöschen. Alle hellen Sterne funkelten stark; es herrschte eine Temperatur von 6° Kälte, und es wehte ein heftiger Ostwind.

In einem Handfernrohre bei möglichst fester Anlehnung war die Erscheinung die gleiche. Als aber Herr Weyer dann den auf einem Stativ befindlichen, parallaktisch aufgestellten Kometensucher auf Antares einstellte, verhielt sich der Stern wie gewöhnlich, d. h. er folgte regelmäßig der täglichen Bewegung. Da es nun möglich war, daß die Erscheinung des Schwankens überhaupt aufgehört hatte, so beobachtete Weyer den Stern abwechselnd mit bloßem Auge und im festen Fernrohr. Dabei zeigte sich, daß bei der Betrachtung mit bloßem Auge das Schwanken, wenn auch in schwächerem Grade, sich wieder einstellte, während im festen Fernrohr nichts derartiges wahrgenommen werden konnte.

Herr Searle vom Harvard College Observatory in Amerika[2]) hat im September an der Kapella ein gleiches Schwanken beobachtet und gemeinsam mit Herrn Gerrisch festgestellt, daß der Sinn der von beiden zugleich gesehenen Bewegung zumeist verschieden war.

Wie lassen sich nun alle diese Beobachtungen erklären? Wir brauchen wohl nicht zu erwähnen, daß wirkliche Bewegungen der Sterne diesen akuten Ortsveränderungen nicht zugrunde liegen können. Welche ungeheure Bewegung müßte schon der uns nächste Stern, der hellste im Bilde des Kentauren, ausführen, um in wenigen Sekunden einige ganze Grade zu beschreiben, geschweige denn Sterne, deren Entfernungen für uns bis jetzt unmeßbar sind.

Es bleibt nur zu untersuchen übrig, ob diese Bewegungen durch atmosphärische Zustände sich erklären lassen, oder ob sie rein persönlicher Natur sind. Wir werden beide Erklärungen zulassen müssen, um allen Beobachtungen gerecht zu werden. Herr Schweizer, der das Sternschwanken zu jeder Nacht-

[1]) Astronom. Nachr. Nr. 2841

[2]) Astronom. Nachr. Nr. 2863

zeit und in jeder Höhe über dem Horizont sehen konnte, wenn er nur den Stern einige Minuten lang fixiert hatte, glaubte alle Beobachtungen durch rein physiologische Wirkungen erklären zu können. Freilich werden sich in allen Fällen, wo das Schwanken nur mit bloßem Auge, dagegen im Fernrohr nicht wahrgenommen werden konnte, die scheinbaren Bewegungen des Sterns durch die Annahme entsprechender unbewußter Bewegungen des Augapfels ungezwungen erklären lassen. Zu dieser Art gehören unbedingt alle Beobachtungen von Herrn Schweizer und die neueren von Herrn Weyer und Searle. Bei den letzten insbesondere ist dies dadurch völlig evident gemacht, daß zwei Beobachter gleichzeitig verschiedene Bewegungen sahen.

Das unbewußte Spiel der Augenmuskeln, welches bei sehr ermüdeten Augen in krampfartiger Weise stattfinden kann, verursacht aber nur dann eine scheinbare Bewegung der Sterne am Nachthimmel, wenn nicht gleichzeitig im Gesichtsfelde feste und deutliche Anhaltspunkte vorhanden sind, von deren Unbeweglichkeit man instinktiv überzeugt ist. Die subjektiven Täuschungen gehen in dieser Beziehung sogar so weit, daß Himmelsobjekte, die man durch einen ziemlich gleichmäßigen Wolkenschleier sieht, zu schwanken scheinen, während die Wolkenfläche ruhig zu bleiben scheint, und erst dann, wenn sich in der Nähe des Himmelsobjektes sehr deutliche Wolkenkonturen befinden, sieht man, daß das Bild der Wolke mit im Schwanken ist, und daß es eine Urteilstäuschung war, wenn vorher die gleichmäßige Wolkenschicht zu ruhen und bloß der Mond oder die Sterne zu schwanken schienen.

Sobald man sich dieses Mitschwanken der Wolken bewußt geworden ist, weiß man natürlich sofort, daß die ganze Bewegung eine Augentäuschung ist, weil derartige schnell hin- und hergehende Wolkenbewegungen in Wirklichkeit nicht vorkommen.

Es ist sogar beobachtet worden, daß der Vollmond, welcher durch eine Schicht von ganz gleichmäßigen Schäfchenwolken gesehen wurde, um mehrere Grade hin- und hersprang, während die Wolken zu ruhen schienen und erst bei starker Konzentration der Aufmerksamkeit sah der Beobachter, daß die Schäfchenumrisse, in deren unmittelbarer Nähe der Mond sich befand, dieselbe Schwankung miterfuhren und die Bewegung der Schäfchen wegen der gleichmäßigen Verteilung derselben nicht nur gesondert empfunden wurde.

Sind hingegen im Fernrohr dieselben Schwankungen wie mit bloßem Auge wahrgenommen worden, so sind sie durch atmosphärische Wallungen oder schnell veränderliche Kimmungen, hervorgerufen durch die verschieden warmen Luftströmungen, zu erklären.

Hierher gehören A. v. Humboldts, des Prinzen Adalbert und die in Jahns Unterhaltungen niedergelegten Beobachtungen des Herrn v. Parpert, der, je nachdem er seinen Standpunkt hinter einer mit dichtem Rohr bewachsenen Insel oder frei nahm, die Wega schwanken sah oder nicht. Dieses objektive Sternschwanken ist weit seltener als das subjektive und tritt, an eine besondere Örtlichkeit gebunden, zumeist kurz vor oder nach Sonnenuntergang ein.

Die beiden äußerlich ähnlichen, aber ursächlich ganz verschiedenen Erscheinungen, denen man vielfach unnötigerweise durch Unterlegung einer und derselben Erklärung Zwang angetan hat, sind jede für sich interessant genug, um weitere Beachtung zu rechtfertigen.

Neuerdings wird noch ein Fall des Sternschwankens bekannt, und zwar durch Herrn Felix Linke. Er schreibt mir darüber:

„In den Jahren 1897/1901 beteiligte ich mich stark an den photographischen Aufnahmen kleiner Planeten, die Herr Dr. Witt an der Berliner Urania-Sternwarte zum Zwecke der genaueren Beobachtung und Verfolgung dieser Himmelskörper unternommen hatte. Das Uhrwerk des Sechszöllers, mit dem diese Beobachtungen vorgenommen wurden, ging so unregelmäßig, daß wir bei den durchschnittlich zweistündigen Aufnahmen gezwungen waren, das Auge fast permanent am Okular zu haben, um in jedem Augenblicke mit der Feinbewegung korrigieren zu können. Dabei handelte es sich darum, einen helleren „Leitstern" stets an derselben, durch ein beleuchtetes Fadenkreuz bezeichneten Stelle des Fernrohrs zu halten. Wenn ich nun lange dieser mühevollen und ermüdenden Tätigkeit obgelegen hatte, passierte es mir manchmal, daß sich der Leitstern mitsamt dem ganzen Fernrohr ein Stück nach links zu bewegen schien, plötzlich stehen blieb, um etwas schneller bis fast an seine frühere Stelle zurückzukehren. Das wiederholte sich gewöhnlich mehrmals hintereinander.

Ich legte dieser Erscheinung keine Bedeutung bei, weil ich sie auf die Ermüdung meines durch die lange und aufmerksame Beobachtung stark angestrengten linken Auges zurückführte. Erst als ich zufällig in den „Astronomischen Nachrichten" die Mitteilung des Astronomen Weyer fand, in der er auch auf Alexander von Humboldt hinweist, wurde ich darauf aufmerksam. Ich halte diese Erscheinung jedenfalls für eine rein subjektive wie Weyer auch. Aus den Beschreibungen Humboldts ist allerdings nicht zu ersehen, ob das von den Beobachtern benutzte Fernrohr fest auf einem Stativ gestanden oder in der Hand gehalten wurde. Ich selbst habe stets die Empfindung gehabt, daß es sich bei den von mir bemerkten Erscheinungen um subjektive Vorgänge handelt. Meine Beobachtung weicht allerdings insofern von den anderen ab, als sie auch am feststehenden Fernrohre, das aber mitzuschwanken schien, wahrgenommen wurde."

Beobachtung einer seltsam geformten Sternschnuppe

Am Abend des 19. November — gegen $5^3/_4$ Uhr bürgerliche Zeit — wurde in Berlin-Grunewald eine seltsame Art der Sternschnuppen beobachtet. Die Sternschnuppe wurde sichtbar in der Nähe der Cassiopeia (s. Fig. 1).

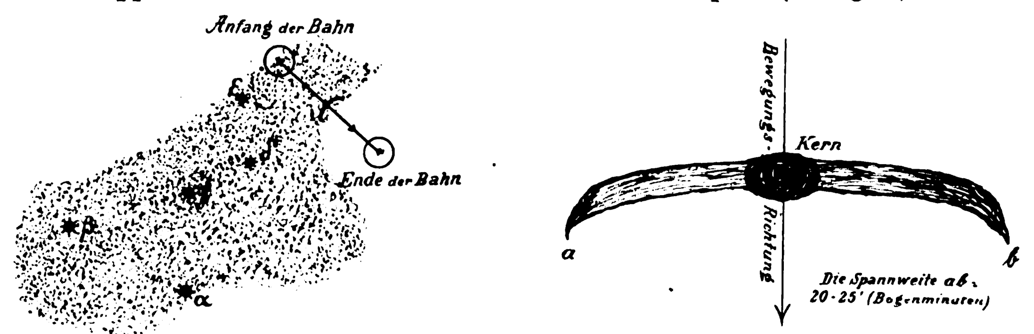


Fig. 1. Die Bahnlage der Sternschnuppe vom 19. November 1913

Fig. 2. Aussehen und Bewegungsrichtung der Sternschnuppe vom 19. November 1913

Ihre Bewegung war rechtwinklig zum Äquator gerichtet. Die Beobachtungszeit betrug 2 bis 3 Sekunden. Die durchlaufene scheinbare Bahn erstreckte sich auf etwa 8 bis 10 Vollmondsbreiten.

Sehr eigentümlich waren die Erscheinung und das Verhalten der Sternschnuppe in der dünnen Atmosphäre. Die durchflogene Höhe mag schätzungsweise 150 bis 180 km betragen haben. Die Sternschnuppe zeigte einen hellen weißen etwas ins bläuliche schimmernden Glanz. Der Körper bestand aus einem Kern mit zwei symmetrisch zueinander liegenden nach vorn gerichteten Ausläufern. Das ganze Gebilde hatte ungefähr die Gestalt einer Sichel und machte den Eindruck eines doppelschweifigen Kometen. Die Helligkeit des Kernes mag etwa die eines Sternes 2. bis 3. Größe gewesen sein, die Ausläufer waren etwas schwächer und durchsichtig wie eine nicht leuchtende Bunsenflamme.

Die Spannweite zwischen den Spitzen betrug ungefähr 20 bis 25 Bogenminuten (also fast eine Vollmondsbreite). Während des Fluges wurde die auffallende Beobachtung gemacht, daß trotz der verhältnismäßig großen Geschwindigkeit die beiden wahrscheinlich aus Gasausströmungen bestehenden Ausläufer, die fast senkrecht zur Bewegungsrichtung waren, in ihrer Form und ihrer Lage zum Kern in keiner Weise verändert wurden. Die Spitzen *a* und *b* blieben während der ganzen Beobachtungszeit unverändert ein wenig nach vorn gerichtet, und das Ganze verhielt sich wie ein völlig starres System, obgleich man erwarten müßte, daß die Ausläufer beim Durchdringen der Atmosphäre infolge ihrer lichten Struktur auch ihre Form verändern würden.

Wie erklärt sich diese auffällige Erscheinung? Man könnte zu der Annahme geneigt sein, daß die Unveränderlichkeit der Form durch besondere elektrische Zustände bedingt sei. Diese, meine einzige Beobachtung, reicht jedoch zur wissenschaftlichen Aufklärung der beschriebenen Erscheinung nicht aus, deshalb bitte ich die Leser um Benachrichtigung, falls von anderer Seite ähnliche Beobachtungen gemacht worden sind.

Charlottenburg-Berlin, Am Lützow 16b

Adolf Paetz, stud. math. et rer. astron.

Der gestirnte Himmel im Monat Februar 1914

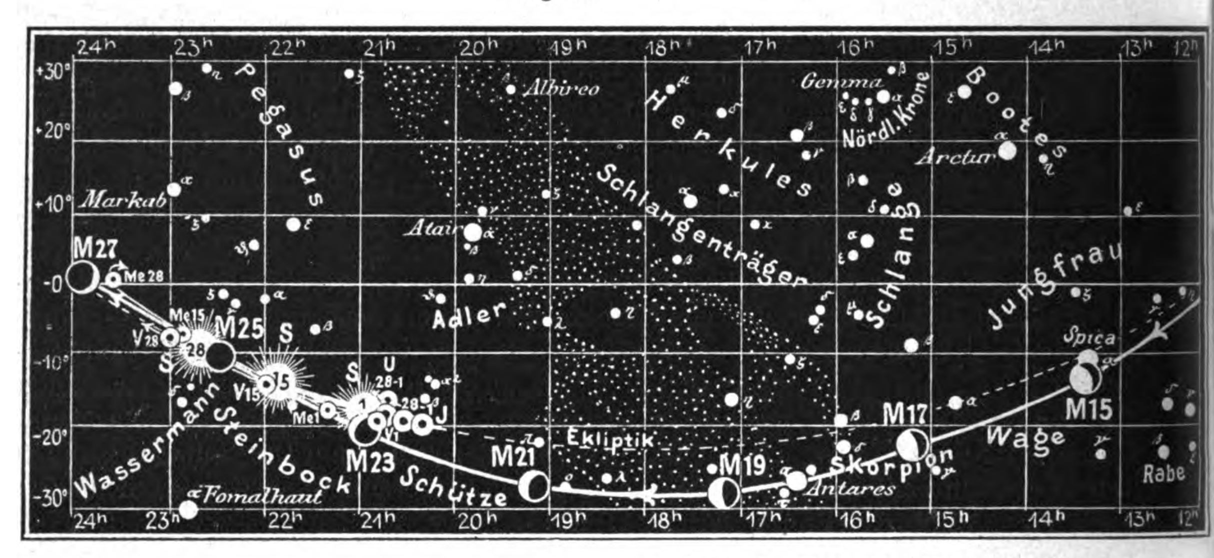
Von Dr. F. S. Archenhold

Sauerstoff in der Sonne

Noch kurz vor seinem Tode im Jahre 1892 beschäftigte den großen Physiker und Ingenieur Werner von Siemens die Frage, wie sich Sauerstoff auf der Sonne wohl nachweisen ließe. Obgleich die Spektralanalyse diesen Nachweis noch nicht geliefert hatte, stand es für Siemens außer Zweifel, daß bei den gewaltigen Verbrennungsprozessen auf der Sonne der Sauerstoff nicht fehlen könne. Er beauftragte mich, die Literatur über diese Frage für ihn zusammenzustellen und ordnete eine Messungsreihe an, um die Temperatur in den Sonnenflecken festzustellen. Eine provisorische Vorrichtung, die im Garten seiner Villa in Charlottenburg, Berliner Str. 36, zu solchen Messungen getroffen wurde, ergab, daß die dunklen Partien im Innern oft heißer waren, als die sie umgebende Sonnenfläche. Runge und Paschen gelang alsbald der Nachweis, daß sich in der Sonne wirklich Sauerstoff befindet, und zwar stützte sich dieser Beweis auf die Beobachtung von drei roten Sauerstofflinien, die das erste Triplet des Serienspektrums vom Sauerstoff bildeten. Später gelang es Geiger im Spektrum des elektrischen Bogens zwischen Eisenelektroden drei kräftige Linien nachzuweisen, die ebenfalls mit den drei Sauerstofflinien nach Lage und Intensitätsverhältnis übereinstimmten. Hierdurch wurde der Beweis, daß Sauerstoff in der Sonne wirklich vorkommt, hinfällig.

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1 b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Runge und Paschen veröffentlichen nunmehr in der neuesten Nummer der Physikalischen Zeitschrift vom 15. Dezember 1913 einen direkten Beweis, daß die drei von Geiger im Eisenbogen beobachteten Linien keine Eisenlinien sein können. Sie haben das Spektrum des Eisenbogens mit dem Rowlandschen Konkavgitter von 3 m Krümmungsradius in erster Ordnung aufgenommen. Es stellte sich hierbei heraus, daß die drei Sauerstofflinien im Bogenspektrum fehlen, wenn auf die Anode ein Stückchen Eisendraht gelegt wurde. In dem Eisenbogen geht wahrscheinlich an der Anode fortwährend ein Oxydieren des Eisens vor sich, wodurch das Auftreten der drei Sauerstofflinien seine Erklärung findet.

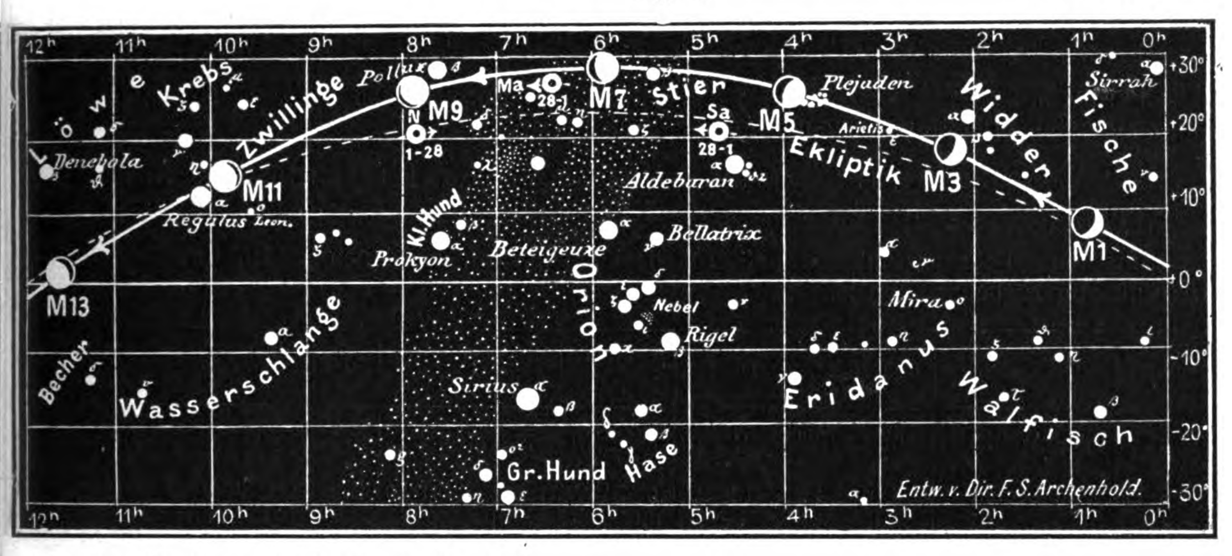
Nach diesen Untersuchungen liegt kein Grund mehr vor, an dem wirklichen Vorkommen von Sauerstoff in der Sonne zu zweifeln.

Die Sterne

Im Monat Februar steht abends 10 Uhr die Leier mit der hellen Wega tief unten im Nordpunkt des Horizonts, ihr gegenüber im Süden der große Hund mit dem hellen Sirius. Oberhalb des großen Hundes steht der kleine Hund noch östlich vom Meridian. Procyon, der hellste Stern im kleinen Hund, ist von Schaeberle im Jahre 1896 als doppelt erkannt worden. Die Distanz betrug bei der Entdeckung 4″,6 und im Jahre 1905 5″,1; die Bahn ist von See auf 40 Jahre bestimmt worden. Es ist dies der langgesuchte Begleiter des Procyon, der sich durch die Veränderung der Eigenbewegung des Procyon schon im Jahre 1861 verraten hatte. Alle früheren in der Nähe des Procyon aufgefundenen kleinen Sterne, wie der von Lamont 1836 und von Powell 1855, sind keine wirklichen Begleiter. Wie schon früher berichtet, haben die spektroskopischen Untersuchungen jetzt ergeben, daß der Atmosphärendruck auf dem Procyon 7 mal so groß sein muß als in unserer Sonnenatmosphäre. Seine Entfernung von uns beträgt etwa 26 Lichtjahre, das entspricht etwa 1677000 Erdbahnradien. Der Stern 5. Größe η im kleinen Hund, ist ein interessanter Doppelstern, der von Burnham im Jahre 1877 entdeckt worden ist, der Begleiter ist nur 11. Größe und steht in einer Distanz von 4″ von dem Hauptstern ab. In 20 Jahren hat dieser Begleiter noch nicht den 70. Teil seiner Bahn zurückgelegt, sodaß die Umlaufszeit mehr als 1400 Jahre betragen wird. Bei $\alpha = 7^h\ 27^m$ und $\delta = 8^0\ 32'$ steht ein veränderlicher S-Canis

für den Monat Februar 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

minoris, der sich durch seine feuerrote Farbe auszeichnet, im Maximum 7,2. Größe ist und im Minimum bis auf 12,7. Größe herabsinken kann. Er ist im Jahre 1856 von Gied entdeckt worden. Seine Periode beträgt nicht ganz 6 Monate, sein Spektrum zeigt sehr breite Banden, besonders im grünen und blauen Teile. Neben dem kleinen Hund finden wir auf der Ostseite des Himmels das Sternbild der Wasserschlange, Hydra genannt, dessen hellster Stern Alphard heißt und 2. Größe ist. Dort steht auch ein sehr interessanter Stern, R-Hydrae genannt, dessen Lichtveränderungen schon im Jahre 1704 von Maraldi erkannt worden sind. Im Maximum erreicht er die Helligkeit eines Sternes 4. Größe und im Minimum sinkt er bis zur 10. Größe herab. Die Periode betrug im Jahre 1877 nach Hartwig 437 Tage, wohingegen im Jahre 1912 sein größtes Licht am 28. Februar und sein kleinstes Licht am 9. Oktober eintrat.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld 21^h bis $22^3/_4{}^h$) zeigt jetzt wieder vereinzelte Flecken in hohen Breiten, was darauf hindeutet, daß das Fleckenminimum zu Ende ist. Im Jahre 1914 werden 2 Sonnen- und 2 Mondfinsternisse stattfinden, von denen aber nur die erste Mondfinsternis und die zweite Sonnenfinsternis in unsern Breiten zu sehen sein werden. Im Monat Februar findet die erste Sonnenfinsternis des Jahres statt, deren Daten hier folgen:

Ringförmige Sonnenfinsternis am 24. Februar
(unsichtbar in Berlin)

Die Finsternis beginnt am 24. Februar abends $10^h\ 45^m,8$ mitteleuropäischer Zeit, das Ende der Finsternis fällt auf den 25. Februar morgens $3^h\ 49^m,7$. Sie beginnt etwa 7° nördlich von Wilkes Land und endet etwa 15° östlich von den Marquesas-Inseln im Stillen Ozean. Sie ist also nur in der südlichen Hälfte des Stillen Ozeans, an der Südspitze Süd-Amerikas, in der südlichen Hälfte Neuseelands und den Südpolar-Gegenden zu sehen.

Im Monat Februar werden die Tage schnell länger, da die Deklination der Sonne um 9° steigt:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Februar 1.	$-17^{\circ}\ 16'$	$7^h\ 51^m$ morgens	$4^h\ 49^m$ nachm.	$20^1/_4{}^{\circ}$
- 15.	$-12^{\circ}\ 53'$	$7^h\ 26^m$ -	$5^h\ 15^m$ -	$24^1/_2{}^{\circ}$
- 28.	$-8^{\circ}\ 11'$	$6^h\ 59^m$ -	$5^h\ 40^m$ -	$29^1/_4{}^{\circ}$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: Febr. 3. $11^1/_2{}^h$ vormittags Letztes Viertel: Febr. 17. $10^1/_4{}^h$ morgens
Vollmond: - 10. $6^1/_2{}^h$ abends Neumond: - 25. 1^h nachts

Im Monat Februar finden zwei Sternbedeckungen statt, von denen jedoch nur die erste günstig zu beobachten ist.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Februar 3	ε Arietis	4,6	$2^h\ 54^m$	$+21^{\circ}\ 0'$	$6^h\ 22^m,1$ abends	74°	$7^h\ 42^m,3$ abends	236°	Mond im Meridian $6^h\ 7^m$ abends
- 11	α Leonis	1,3	10 4	$+12\ \ 23$	$6^h\ 51^m,7$ morgens	125	$7^h\ 41^m,9$ morgens	289	Monduntergang $7^h\ 59^m$ morgens

Die Planeten

Merkur (Feld $21^1/_4{}^h$ bis $23^1/_2{}^h$), dessen Helligkeit im Maximum der des Sirius gleicht und der im Minimum noch immer so hell wie Aldebaran im Stier ist, ist trotz dieser großen Helligkeit wegen seines nahen Standes bei der Sonne mit unbewaffnetem Auge nur schwer aufzufinden. Er steht am 1. Februar 205 Millionen km von der Erde entfernt und hat einen Scheibendurchmesser von 5″. Von Mitte des Monats an wird er am Abendhimmel sichtbar und am 25. Februar hat diese Sichtbarkeit bereits eine Dauer von $^3/_4$ Stunden.

Venus (Feld $20^3/_4{}^h$ bis 23^h) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar, da sie am 11. Februar mit der Sonne in oberer Konjunktion steht und am Ende des Monats diese nur um wenige Grade überholt hat.

Mars (Feld $6^1/_2{}^h$) steht bereits am 1. Februar 108 Millionen km von der Erde ab. Sein Durchmesser beträgt Ende des Monats nur noch 10″, nimmt also, da er am 1. Februar noch 13″ beträgt, um 3″ während des Monats ab. Um die Jahreswende hatte der Durchmesser mit 15″ sein Maximum. Bei der nächsten Opposition im Jahre 1916 wird es noch kleiner sein. Da die Umdrehungszeit des Mars $24^h\ 37^m$ beträgt, so bekommt ein Beobachter, der ihn während 6 Wochen jeden Abend um dieselbe Zeit beobachtet, alle Marsgegenden zu sehen. Der Nullmeridian wird auf dem Mars vom Sabäus-Meer gezählt und liegt am 2. Februar abends 8 Uhr gerade der Erde gegenüber. Um 90° von ihm entfernt liegt der bekannte Sonnensee, der durch seine vielen Aenderungen in den letzten Jahren besonders aufgefallen ist.

Mars ist noch bis zum Schlusse des Monats 10 Stunden lang am Nachthimmel zu beobachten. Seine Höhe erreicht im Meridian am Ende des Monats immer noch 64° über dem Horizont. Im März sinkt er jedoch schon um 2°, im April um 3° und im Mai um fast 5° tiefer, so daß diesmal seine größte Erdnähe auch mit seiner größten Höhe über dem Horizont glücklicherweise zusammengetroffen ist. Das ungünstige Wetter hat in Deutschland leider die Beobachtungen vielfach behindert.

Jupiter (Feld $20^1/_4{}^h$ bis $20^3/_4{}^h$), ist während des ganzen Monats unsichtbar. Seine Entfernung beträgt am 1. Februar 911 Millionen km von der Erde und am Ende des Monats hat sein Polardurchmesser nur eine Größe von 30″,6.

Saturn (Feld $4^1/_2{}^h$), ist zu Anfang des Monats bis 4 Stunden und zuletzt nur bis 2 Stunden nach Mitternacht zu beobachten. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt also

bis auf 7 Stunden ab. Seine Entfernung beträgt am 1. Februar 1270 Millionen km von der Erde, sein Polardurchmesser 18″,1.

Uranus (Feld $20^3/_4{}^h$) ist ebenso wie Jupiter, in dessen unmittelbarer Nähe er steht, während des ganzen Monats unsichtbar.

Neptun (Feld 8^h) entfernt sich wieder von der Erde, ist aber während des ganzen Monats im Sternbilde der Zwillinge günstig zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Februar	5.	6^h abends.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
-	7.	2^h nachm.	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
-	11.	9^h abends.	Venus in oberer Konjunktion mit der Sonne.
-	22.	4^h nachm.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
-	22.	7^h abends.	Merkur in größter östlicher Abweichung zur Sonne, 18° 6′.
-	25.	9^h morgens.	Venus in Konjunktion mit dem Monde.
-	26.	1^h nachm.	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Über die Konstitution des Erdinnern, erschlossen aus Erdbebenbeobachtungen. In der „Physikalischen Zeitschrift" sind von B. Gutenberg eine Reihe Mitteilungen über diese Frage erschienen, die auf Göttinger seismischen Beobachtungen beruhen und nur solche Erdbeben benutzen, deren Herde weiter als 80° entfernt lagen und auf 3° genau bekannt sind. Es war weiter Bedingung, daß die Göttinger Registrierung des Bebens „einen ausgeprägten Einsatz, der einmal reflektierten longitudinalen Welle" lieferte. Aus der Zeit vom 1. Januar 1904 bis 30. Juni 1912 wurden auf diese Weise 78 Diagramme als brauchbar befunden. Aus der Bearbeitung der Aufzeichnungen ergab sich, daß eine Longitudinalwelle $20^1/_2$ Minuten braucht, um die Erde auf einem Durchmesser zu durchlaufen. Dabei besitzt die direkte longitudinale Welle bis zu einem Herdabstand von 108° gleichmäßig wachsende Laufzeiten. Von 108° bis 140° Herdabstand von Göttingen fehlt diese Welle ganz und wird erst wieder bei 143° sicher beobachtet, trifft dann jedoch stark verzögert ein. Von da bis 171° Abstand verläuft sie wieder regelmäßig. Für die verschiedenen Herdabstände betrugen die Laufzeiten der direkten longitudinalen Welle:

Herdabstand	80°	90°	100°	105°	143°	160°	180°
Zeit in Sekunden . . .	740	800	850	(870)	1184	1216	1225

Aus dem Verhältnis der beobachteten Bebenkurven für die einzelnen Wellen und ihren Laufzeiten kann man angenähert feststellen, daß vier Unstetigkeitsschichten im Erdinnern existieren, die also zwei Schalenbegrenzungen entsprechen. E. Wiechert und B. Gutenberg schließen daraus, daß die Erde aus einem Kern von etwa 3500 km Halbmesser besteht, den eine unregelmäßig gebaute Schale umlagert, die selbst wieder von einem 1200 km dicken Mantel umgeben war. Schon 1907 vermutete Wiechert eine stark ausgeprägte Unstetigkeitsfläche in 2900 km Tiefe. Das wird durch die neuen Arbeiten bestätigt, die zudem die Abhängigkeit der Geschwindigkeit der (longitudinalen und transversalen) Erdbebenwellen von der Tiefe beweisen. L

Bücherschau

Höfler, Alois, Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie. (Didaktische Handbücher für den realistischen Unterricht an höheren Schulen, Bd. 2) 8°. 2 Taf. und 80 Fig. im Text. XII, 414 S. Leipzig und Berlin. Druck und Verlag von B. G. Teubner. Preis geh. 11 M, in Lwd. 12 M.

Die Himmelskunde, die älteste Wissenschaft, ist das Stiefkind des Unterrichts in der Volkswie in der Mittelschule; nirgends tritt sie als selbständiges Lehrfach auf, immer nur als Anhang, entweder in der Mathematik (als mathematische Geographie) oder in der Physik oder gar in der Geographie, wo sie dann ganz besonders schlecht wegzukommen pflegt. Die Reformbewegung, die sowohl zu Gunsten des mathematischen wie auch des naturwissenschaftlichen Unterrichts eingesetzt

hat, zieht auch die Himmelskunde schwach in ihre Kreise, sodaß sich die Programmschriften und die anderen Veröffentlichungen mehren, die sich mit dem Gegenstande beschäftigen. Die vorliegende ist ein besonders umfangreiches Werk, das die Didaktik der Himmelskunde behandelt. Es beabsichtigt, dem Lehrer eine mustergültige Anleitung zur methodischen Behandlung eines astronomischen Unterrichts zu geben. Mehrere namhafte Astronomen, darunter Wilhelm Foerster und Prof. S. Oppenheim-Wien haben Beiträge für das Werk geliefert.

Ein erster Teil behandelt: Klagen und Anklagen, Himmelskunde und astronomische Geographie im Wirklichkeitsunterricht und die Aufteilung des himmelskundlichen Mittelschulunterrichts an den Unterricht in der Geographie, Physik und Mathematik. Diesem nur kurzen ersten Teile schließt sich ein zweiter an, der der Hauptteil des Werkes ist. Dieser gliedert sich in vier Teile, die die Lehrstufen nach dem Lebensalter der Schüler scheiden. In der ersten Stufe, die das 11. und 12. Lebensjahr umfassen soll, sollen die Sonnenbeobachtungen als ein Stück Heimatskunde im ersten Jahrgange betrieben werden. Der 2. Jahrgang umfaßt: Übertragung des Anschauungsbildes von der Sonnenbahn aus der Heimat in andere Breiten, Gestalt und Größe der Erde, die herkömmlichen Beweise für die Kugelgestalt der Erde, die Gradnetze der Erde, des Globus und der Karte. Sodann verbreitet sich der Verfasser über die Abwehr alter und neuer Bedenken gegen die neuen Lehrpläne, stellt die Frage „mathematische" oder „astronomische" Geographie und bespricht die Verbindung von geographischem und physikalischem Unterricht in der Erd- und Himmelskunde. Die 2. Stufe, die das 13. und 14. Lebensjahr betrifft, umfaßt die astronomische Geographie und Himmelskunde im Physikunterrichte des 3. und 4. Jahrganges, und zwar kommen im 3. Jahrgang zur Behandlung: Mond, Fixsternhimmel, Bewegung der Sonne im Tierkreise.

Die ersten Beobachtungen des Mondes, die erste Orientierung am Fixsternhimmel, die jährliche Bewegung der Sonne im Tierkreise und die „wirkliche" Bewegung des Mondes um die Erde werden ausführlicher behandelt, sowie die Ueberleitung von den anschaulich-scheinbaren Raummassen zu den unanschaulich-astronomischen und von den „scheinbaren" zu den „wirklichen" Bewegungen überhaupt besprochen. Der 4. Jahrgang beschäftigt sich mit dem heliozentrischen System des Kopernikus. Die 3. Stufe bringt arithmetische, planimetrische, stereometrische und trigonometrische Aufgaben aus der Astronomie, während die 4. Stufe (17. und 18. Lebensjahr) wieder die Verbindungen zur Physik pflegt. Das astronomische Weltbild wird als ein Teil des physikalischen behandelt, Keplers und Newtons Gesetze besprochen und der Lehrgang abgeschlossen.

In vier Anhängen werden u. a. drei Lesestücke aus Whewells „Geschichte der induktiven Wissenschaften" geboten und eine Blütenlese von Merkwürdigkeiten aus approbierten Lehrbüchern der Geographie und der Physik mitgeteilt, die zeigt, wie selbst in denjenigen Kreisen, von denen man ein gewisses Maß Kenntnisse des Gegenstandes voraussetzen müsste, eine bedauerliche Unkenntnis und Unklarheit der astronomischen Begriffe vorhanden ist.

Es würde zu weit führen, sich hier im Einzelnen mit den Ansichten und Vorschlägen des Verfassers auseinanderzusetzen, das ist auch mehr Aufgabe der Schulmänner. Die Hauptsache ist die begrüßenswerte Richtung, nach der das Buch vorstößt, nämlich dahin, exaktes Wissen und Denken an der Hand der astronomischen Wissenschaft in breitere Kreise zu tragen, eine Aufgabe die Wilhelm Foerster als den wesentlichen Teil seiner Lebensarbeit ansieht. Der Autor hat diesem Manne daher sein Buch gewidmet. F. L.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Fritsche, Dr. H., Die Bestimmung der Elemente des Erdmagnetismus und ihrer zeitlichen Aenderungen. Riga. Müllersche Buchdruckerei 1913. 96 S. Mit 12 Isogonenkarten zwischen den Längen 105° westlich und 120° östlich von Greenwich und den Breiten + 70° und 0°, für die Epochen 1000, 1050, 1100 usw. bis 1550. Autographiert.

Plassmann, Prof. Dr. J., Beitrag zur Psychologie der Beobachtungsfehler. Sonderabdruck aus der Festschrift Georg von Hertling zum siebzigsten Geburtstage dargebracht von der Görresgesellschaft zur Pflege der Wissenschaft im katholischen Deutschland. Jos. Köselsche Buchhandlung in Kempten und München.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

Sind die Naturgesetze veränderlich?[1]

Von Henri Poincaré †

In einer Arbeit über das Geltungsgebiet der Naturgesetze fragt sich Boutroux, ob, da doch die ganze Welt sich stetig verändert, die Naturgesetze, also sozusagen die Regeln, nach denen jene Änderungen sich vollziehen, nicht auch vielleicht Änderungen erfahren können. Eine derartige Annahme hätte keinerlei Aussicht, jemals von den Forschern angenommen zu werden; wenn sie ihr selbst Gehör geben wollten, so könnten sie sie doch nicht aufrechterhalten, ohne die Berechtigung, ja selbst die Möglichkeit der Forschung zu leugnen. Aber der Philosoph muß sich das Recht wahren, diese Frage aufzuwerfen, die verschiedenen sich darbietenden Lösungen ins Auge zu fassen, die Folgerungen zu prüfen und sie mit den berechtigten Forderungen der Forschung in Einklang zu bringen. Ich wollte einige der Gesichtspunkte, die das Problem darbietet, betrachten; wenn ich auch nicht zu scharf umrissenen Folgerungen gelangen werde, so doch zu verschiedenen Betrachtungen, denen man vielleicht das Interesse nicht absprechen wird. Man wird es mir zugute halten müssen, wenn ich auf diesem Wege dahin geführt werde, auch gewisse andere, im Zusammenhang damit stehende Fragen etwas ausführlicher zu besprechen.

Stellen wir uns zunächst auf den Standpunkt des Mathematikers. Räumen wir vorläufig ein, daß die physikalischen Gesetze im Laufe der Zeiten Veränderungen unterliegen, und fragen wir uns, ob wir ein Mittel haben, diese wahr-

[1]) Unter dem Titel „Letzte Gedanken" ist im Verlage der Akademischen Verlagsgesellschaft in Leipzig vor einiger Zeit die deutsche Übersetzung einer Reihe längerer Aufsätze und Vorträge des berühmten französischen Mathematikers, Astronomen und Physikers Henri Poincaré erschienen (Pr. 4,50 M., geb. 5,50 M.). Wir geben mit freundlicher Erlaubnis des Verlages hier den ersten Aufsatz gekürzt wieder. Obwohl sich Poincaré sogleich im Anfange seiner Ausführungen gegen die Auffassung von der Veränderlichkeit der Naturgesetze scharf verwahrt — er sagt mit Recht, daß damit der Forscher jede Forschungsmöglichkeit leugnet und seine Hilfsmittel rettungslos preisgibt —, ist es erstaunlich, zu sehen, wieviel tiefe Gedanken er dennoch zur Erörterung des Themas beizubringen vermag. Das durch ein Geleitwort Wilhelm Ostwalds gekennzeichnete Buch ist keine leichte Lektüre. Poincaré, der sich immer auf den höchsten Höhen des Wissens, auf den nur von wenigen erreichten und erreichbaren Spitzen, bewegt, ist natürlich auch geneigt, seinen hohen Maßstab an Leser und Hörer zu legen. Wer sich aber Zeit nimmt, sich in die Aufsätze zu versenken, wird großen Genuß davon haben. Man muß sie mehrmals aufmerksam lesen und durchdenken, wird dann aber der Freude teilhaftig werden, zu fühlen, wie man den Problemen näher kommt und empfinden, daß man von einem Führer geleitet wird, wie es nur wenige gibt. — Der Band enthält neun größere Aufsätze: 1. Sind die Naturgesetze veränderlich? — 2. Raum und Zeit — 3. Warum der Raum dreidimensional ist — 4. Die Logik des Unendlichen — 5. Die Mathematik und die Logik — 6. Die Quanten-Hypothese — 7. Materie und Weltäther — 8. Moral und Wissenschaft — 9. Die Sittlichkeit als Gemeingut. D. Red.

zunehmen. Vergessen wir zunächst nicht, daß den wenigen Jahrtausenden, während derer das Menschengeschlecht gelebt und gedacht hat, unvergleichbar längere Zeitläufte vorangingen, in denen der Mensch noch gar nicht leben konnte. Will man an eine Änderung der Gesetze glauben, so kann es unbestreitbar nur eine äußerst langsame sein, sodaß in der geringfügigen Anzahl von Jahren, während derer der Mensch gedacht hat, die Naturgesetze nur unmerkbare Veränderungen erfahren haben konnten. Haben sie sich in der Vergangenheit geändert, so muß man darunter die geologische Vergangenheit verstehen. Waren nun also die Gesetze von Einstmals die Gesetze von Heute und werden die Gesetze von Morgen noch die gleichen sein? Stellt man eine solche Frage, welchen Sinn muß man den Worten Einst, Heute und Morgen beilegen? Heute sind die Zeiten, deren Erinnerung die Geschichte bewahrt; Einst sind die Jahrmillionen, die der geschichtlichen Zeit vorangegangen sind, und in denen die Saurier still dahinlebten, ohne zu philosophieren; Morgen, das sind die Jahrmillionen, die folgen werden, wenn die Erde einst in Kälte erstarrt sein, kein Menschenauge mehr sehen und kein Menschenhirn mehr denken wird.

Dies angenommen, was ist nun ein Gesetz? Es ist ein beständiges Band zwischen dem Vorhergegangenen und dem Nachfolgenden, zwischen dem gegenwärtigen Zustande der Welt und dem unmittelbar darauffolgenden. Auf Grund der Kenntnis des gegenwärtigen Zustandes des Universums in allen seinen Teilen besäße ein gedachter Gelehrter, dem alle Naturgesetze gegeben wären, feste Regeln, um daraus den Zustand herzuleiten, den dieselben Teile des Weltalls am folgenden Tage haben würden; man erkennt, daß dieses Verfahren unbegrenzt wiederholt werden könnte. Aus dem Zustande der Welt am Montag würde er den am Dienstag herleiten können. Auf Grund der Kenntnis des Zustandes am Dienstag wird er durch das gleiche Verfahren den am Mittwoch bestimmen können, und so weiter fort. Aber das ist doch noch nicht alles; gibt es ein konstantes Band zwischen dem Zustand am Montag und dem am Dienstag, so wird er nicht nur diesen aus jenem, sondern auch das Umgekehrte bestimmen können; d. h. wenn er den Zustand am Dienstag kennt, wird er auf den am Montag zurückschließen können; von letzterem auf den am Sonntag und so fort. Er könnte den Verlauf der Zeit ebenso nach rückwärts schreiten, wie er ihn nach vorwärts verfolgen könnte. Mit der Kenntnis der Gegenwart und der Naturgesetze kann er das Zukünftige voraussagen, aber er kann ebenso das Vergangene entschleiern.

Es ist wesentlich, sich klar zu machen, daß die Form des Schlusses von der Gegenwart auf die Vergangenheit sich *nicht* unterscheidet von der Form des Schlusses von der Gegenwart auf die Zukunft.

Welche Mittel haben wir nun, die geologische Vergangenheit zu entziffern, also die Geschichte der Zeitläufte, in denen die Naturgesetze sich einstmals hätten ändern können? Diese Vergangenheit entzieht sich der unmittelbaren Beobachtung und wir kennen sie nur aus den Spuren, die sie in der Gegenwart zurückgelassen hat, also nur durch die Gegenwart selbst, und wir können sie nicht anders enthüllen als durch jenen Prozeß, den wir eben geschildert haben. Ist dieser Prozeß aber imstande, uns die Änderungen der Gesetze aufzudecken? Offenbar nein; denn wir können streng folgerichtig den Prozeß gar nicht anwenden, ohne die Voraussetzung, daß die Gesetze selbst sich nicht geändert haben. Kennen wir zum Beispiel durch unmittelbare Erfahrung den Zustand am Montag und die Gesetzmäßigkeit, die ihn mit dem am Sonntag verknüpft, dann wird die

Anwendung dieser gesetzmäßigen Beziehung uns die Kenntnis des Zustandes am Sonntag vermitteln; wollen wir aber noch weiter schreiten und den Zustand am Sonnabend herleiten, so ist es unerläßlich notwendig, anzunehmen, daß die gleichen Regeln, die uns gestatten, vom Montag auf den Sonntag zurückzugehen, auch noch Geltung haben zwischen Sonntag und Sonnabend. Ohne diese Annahme wäre die einzige Schlußfolgerung, die wir ziehen dürften, die, daß es unmöglich ist, etwas von dem zu wissen, was sich Sonnabends ereignet hat. Wenn also die Unveränderlichkeit der Gesetze unter den Prämissen aller unserer Überlegungen steht, können wir nicht erwarten, sie unter den Schlußfolgerungen nicht wiederzufinden.

Leverrier berechnet auf Grund der Kenntnis der gegenwärtigen Planetenumläufe unter Zuhilfenahme des Newtonschen Gesetzes, was aus diesen Umläufen nach 10 000 Jahren geworden sein wird. Auf welche Art er auch seine Rechnung durchführen mag, niemals wird er durch sie entdecken können, daß das Newtonsche Gesetz jemals sich als falsch erweisen wird, sei es auch in Jahrmillionen. Er wird ferner, einfach durch Umkehrung des Vorzeichens der Zeit in seinen Formeln, die Bahnen vor 10 000 Jahren berechnen können; niemals aber wird er finden können, daß das Newtonsche Gesetz nicht in aller Vergangenheit Geltung gehabt hätte.

Wir fassen zusammen: Ohne die Annahme, daß die Gesetze sich nicht geändert haben, können wir über die Vergangenheit überhaupt nichts wissen; räumen wir die Berechtigung der Annahme ein, dann erhebt sich die Frage nach der Evolution der Gesetze überhaupt nicht; räumen wir sie nicht ein, dann ist die Frage unlösbar, ebenso wie alles, was sich auf die Vergangenheit bezieht.

Ist es aber, wird man sagen, nicht möglich, daß die Anwendung des vorbesprochenen Prozesses auf einen Widerspruch führt? Sobald die Annahme von der Unveränderlichkeit der Gesetze, die an der Spitze aller unserer Überlegungen steht, zu einer widersinnigen Folgerung führen würde, hätten wir per absurdum damit bewiesen, daß die Gesetze sich verändert haben, wenn wir auch für ewige Zeiten unfähig wären, zu wissen, in welcher Weise.

Da unser Prozeß umkehrbar ist, läßt sich das eben Gesagte auf die Zukunft anwenden, und es scheint, daß es Fälle gibt, welche die Behauptung zulassen, daß vor einem gewissen Zeitpunkte die Welt untergehen oder ihre Gesetze ändern müsse. Untergehen, oder die Gesetze ändern, das ist nahezu dieselbe Sache; eine Welt, die nicht mehr die Gesetze der unseren hätte, wäre nicht mehr unsere Welt, es wäre eine andere.

Ist es möglich, daß die Erforschung der gegenwärtigen Welt und ihrer Gesetze uns zu Formeln mit derartigen Widersprüchen führt? Die Gesetze sind aus der Erfahrung geschöpft; wenn sie uns lehren, daß der Zustand A am Sonntag den Zustand B am Montag nach sich zieht, so ist es deshalb, weil man beide Zustände A und B beobachtet hat; dies ist der Grund, weshalb keiner der beiden Zustände physikalisch unmöglich ist. Wenn wir den Prozeß weiter verfolgen und Schritt für Schritt von einem Tage auf den nächstfolgenden schließen, vom Zustand A auf den Zustand B, hierauf vom Zustand B auf den Zustand C, dann vom Zustand C auf den Zustand D. und so weiter. so sind alle diese Zustände sicher physikalisch möglich; denn wenn der Zustand D es zum Beispiel nicht wäre, so hätten wir niemals die Erfahrung machen können, daß der Zustand C im Laufe eines Tages den Zustand D hervorbringt. So

weit man auch die Ableitungen erstreckt, niemals wird man zu einem physikalisch unmöglichen Zustand, also zu einem Widerspruch kommen. Wäre eine unserer Formeln nicht frei hiervon, so wäre es, weil wir das Gebiet der Erfahrung überschritten, also weil wir extrapoliert haben. Nehmen wir zum Beispiel an, man hätte beobachtet, daß die Temperatur eines Körpers unter diesen oder jenen Umständen täglich um einen Grad sinke; wäre die Temperatur gegenwärtig z. B. 20°, so würde man schließen, daß sie nach Verlauf von 300 Tagen —280° betragen werde; das wäre aber widersinnig, physikalisch unmöglich, da der absolute Nullpunkt bei —273° liegt. Was ist darauf zu sagen? Hat man denn beobachtet, daß die Temperatur im Laufe eines Tages von —279° auf —280° sinkt? Nein, zweifellos nicht; denn diese beiden Temperaturen können überhaupt nicht beobachtet werden. Man hat zum Beispiel gesehen, daß das Gesetz mit großer Annäherung sich zwischen 20° und 0° als richtig erwiesen hat; man hat nun unberechtigterweise geschlossen, daß dies auch bis —273° und darüber hinaus so sein müsse; man hat eine unzulässige Extrapolation ausgeführt. Aber die Zahl der Möglichkeiten, wie eine empirische Formel extrapoliert werden kann, ist unbeschränkt, und unter diesen kann man stets eine wählen, welche physikalisch unmögliche Zustände ausschließt.

Wir gelangen zur Kenntnis der Gesetze nur durch Annäherungen; die Erfahrung schränkt nur unsere Wahl ein, und unter all den Gesetzen, die sie uns zu wählen gestattet, wird man stets welche finden, die uns nicht einem Widerspruch der oben dargelegten Art aussetzen, und uns zwingen könnten, gegen die Unveränderlichkeit der Gesetze einen Schluß zu ziehen.

Ein Mittel, eine derartige Veränderlichkeit nachzuweisen, fehlt uns noch, mag es sich darum handeln, zu zeigen, daß sich die Gesetze ändern werden, oder, daß sie sich geändert haben.

An dieser Stelle angelangt, könnte man uns gewisse Tatsachen als Einwand entgegenhalten. „Sie behaupten, daß, wenn man auf Grundlage der Kenntnis der Naturgesetze versucht, das Vergangene zurückzuverfolgen, man niemals auf einen Widerspruch stoßen wird; indessen haben sich unter den Forschern solche Widersprüche ergeben, über die man wohl nicht so leicht wird hinweggehen können, wie Sie meinen. Daß es nur scheinbare Widersprüche sind, und daß die Hoffnung, sie zu beheben, aufrechterhalten werden kann, gestehe ich Ihnen zu; aber nach Ihren Ausführungen müßte selbst ein scheinbarer Widerspruch unmöglich sein."

Ziehen wir sogleich ein Beispiel heran. Berechnet man nach den Gesetzen der Thermodynamik die Zeit, während welcher die Sonne uns ihre Wärme zustrahlen konnte, so erhält man ungefähr 50 Millionen Jahre; dieser Zeitraum würde den Geologen nicht genügen. Die Entwicklung der organischen Formen konnte sich nicht so schnell vollziehen — das ist ein Punkt, über den sich streiten ließe — aber auch die Ablagerung jener Schichten, in denen man Reste von Pflanzen und Tieren vorfindet, die ohne Sonne nicht leben konnten, haben zu ihrer Bildung eine Zahl Jahre gebraucht, die etwa um das Zehnfache größer ist. Was den Widerspruch möglich gemacht hat, ist, daß sich die Überlegung, auf der der geologische Beweis ruht, wesentlich von der des mathematischen unterscheidet. Aus der Beobachtung gleicher Wirkungen schließen wir auf Gleichheit der Ursachen; beobachtet man zum Beispiel Versteinerungen von Tieren, die einer gegenwärtig lebenden Gattung angehören, so schließen wir, daß zu der Zeit, in der sich die solche Versteinerungen enthaltende Schicht

bildete, die äußeren Bedingungen, ohne welche Tiere dieser Gattung nicht leben können, alle gleichzeitig vorhanden gewesen sind.

Auf den ersten Blick ist das so ziemlich dieselbe Sache, derselbe Vorgang, den auch der Mathematiker einhalten würde, auf dessen Standpunkt wir uns während der vorausgegangenen Abschnitte gestellt haben; auch er würde schließen, daß sobald die Gesetze sich nicht geändert haben, gleiche Wirkungen nur durch gleiche Ursachen hervorgerufen sein können. Es besteht aber jedenfalls ein wesentlicher Unterschied. Fassen wir den Zustand der Welt in einem gegebenen Augenblick und in dem unmittelbar vorhergehenden ins Auge! Der Zustand des Weltganzen oder selbst eines sehr kleinen Teiles des Weltganzen ist unter allen Umständen außerordentlich verwickelt und hängt von einer sehr großen Anzahl von Zustandsgrößen ab. Zur Vereinfachung der Darlegung nehme ich bloß zwei Zustandsgrößen an, deren Angabe genügen soll, um den jeweiligen Zustand festzulegen. Für den nachfolgenden Augenblick seien diese gegebenen Größen etwa A und B, für den unmittelbar vorangegangenen A′ und B′.

Die Gleichung des Mathematikers, die auf der Gesamtheit der beobachteten Gesetze aufgebaut ist, lehrt ihn, daß der Zustand A B nur erzeugt sein kann durch den vorausgegangenen Zustand A′ B′; kennt er aber nur eine der Zustandsgrößen, etwa A, ohne zu wissen, ob sie von der zweiten Zustandsgröße begleitet ist, gestattet ihm seine Gleichung überhaupt keinen Schluß. Höchstens, wenn ihm die Erscheinungen A und A′ miteinander verknüpft, aber verhältnismäßig unabhängig von B und B′ erscheinen, wird er von A auf A′ schließen; keinesfalls wird er die beiden Umstände A′ und B′ aus dem einzigen Umstand A allein folgern. Anders der Geologe; sobald er den Effekt A allein beobachtet, schließt er, daß er nur aus dem Nebeneinanderbestehen beider Ursachen A′ und B′ hervorgegangen sein kann, die ihn so oft vor unseren Augen entstehen lassen. In den meisten Fällen ist der Effekt A, um den es sich handelt, derart spezieller Natur, daß eine andere Zusammenstellung von Ursachen, die die gleiche Wirkung ergeben würden, durchaus unwahrscheinlich ist.

Sind zwei Organismen gleich oder wenigstens gleichartig, so kann eine solche Übereinstimmung nicht auf einem Zufall beruhen, und wir können behaupten, daß beide unter gleichartigen Bedingungen gelebt haben. Finden wir die Überreste solcher Organismen, so sind wir nicht nur sicher, daß sie aus einem Keim hervorgegangen sind, der dem gleichartig ist, aus dem wir ähnliche Wesen sich entwickeln sehen, sondern auch, daß die Außentemperatur bei ihrer Entstehung nicht höher war, als die, bei der sich ihr Keim noch entwickeln kann. Jene Überreste können fernerhin auch kein bloßes „Naturspiel" sein, wie man im siebzehnten Jahrhundert dachte; es ist überflüssig, auszusprechen, daß eine solche Folgerung geradezu der Vernunft zuwiderläuft. Das Vorhandensein organischer Reste ist übrigens nur ein sehr auffälliges Beispiel im Vergleich zu anderen, und wir sind, ohne den Bereich der unbelebten Natur zu verlassen, in der Lage, andere Fälle gleicher Art anzuführen.

Der Geologe kann mithin dort Schlüsse ziehen, wo der Mathematiker hierzu nicht fähig ist. Aber man sieht, daß er nicht mehr so gegen einen Widerspruch geschützt ist, wie es der Mathematiker wäre. Aus einem einzigen Umstand schließt er zurück auf viele vorausgegangene Zustände. Ist der Umfang der Folgerungen in irgendeiner Beziehung größer, als der Umfang der Voraussetzungen, so ist es möglich, daß das, was man aus einer Beobachtung herleitet,

in Widerspruch steht mit den Folgerungen aus einer anderen. Jede einzelne Tatsache bildet sozusagen ein Strahlungszentrum. Aus jeder leitet der Mathematiker nur einen Schluß ab; der Geologe aber leitet aus ihr vielerlei Tatsachen her. Findet er zum Beispiel in einer Schicht Weichtiere vor, welche nicht bei einer Temperatur unterhalb 20° leben können, so wird er schließen, daß die Meere jenes Zeitraumes heiß waren; aber wenn dann einer seiner Fachgenossen in derselben Schicht andere Lebewesen entdeckt, die eine Temperatur oberhalb 5° töten würde, so schließt dieser, daß eben jene Meere kalt gewesen sind.

Man kann Gründe haben, zu hoffen, daß die beobachteten Tatsachen sich in Wirklichkeit nicht widersprechen, oder daß die Widersprüche sich nicht als unlösbar erweisen werden, aber wir haben sozusagen keine Garantie mehr gegen die Möglichkeit eines Widerspruchs, schon nach den Regeln der formalen Logik. Und man kann sich also fragen, ob, wenn man nach Art der Geologen Schlüsse zieht, man nicht eines Tages auf eine absurde Folgerung stoßen kann, von der Art, daß man genötigt wäre, auf eine Veränderlichkeit der Gesetze zu schließen.

(Schluß folgt)

Radioaktive Substanzen und durchdringende Strahlung in der Atmosphäre

Von Dr. W. Kolhörster in Halle a. S.

(Schluß)

Die radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre gewinnen erhöhtes Interesse, in bezug auf jene noch ziemlich wenig bekannte

durchdringende Strahlung,

deren Existenz man an der Erdoberfläche zwar schon seit längerer Zeit kennt, deren bedeutende Zunahme in größeren Höhen aber erst durch Messungen des Verfassers sichergestellt wurde.

Wie schon erwähnt, unterscheiden wir drei Strahlentypen der radioaktiven Substanzen, den α-, β- und γ-Typus, und zwar war es die verschiedene Absorbierbarkeit der Strahlen, die Veranlassung dazu gab. So werden die α-Teilchen schon von 0,01 mm, die β-Strahlen von 5 mm dickem Aluminium fast völlig absorbiert, während die γ-Strahlen selbst noch nach Passieren einer 30 cm dicken Eisenschicht nachgewiesen werden konnten. Demnach nennt man die γ- und solche vielleicht noch unbekannten Strahlen, deren Absorption geringer ist, als die der schnellsten β-Strahlen, durchdringende Strahlen. Da diese aber im Vergleich zu den α-Teilchen die Luft viel weniger ionisieren, so müssen die zu solchen Messungen verwandten Elektrometer empfindlicher und vor allem luftdicht abgeschlossen sein, damit nicht die in der Atmosphäre enthaltenen Emanationen durch Aussendung ihrer stark ionisierenden α-Strahlen die Messung stören. Gegen β-Teilchen schützt man sich durch entsprechend dicke Wandungen oder absorbierende Schirme. So vorgerichtete Elektrometer hatte man benutzt, um eventuell die Radioaktivität der Metallwände der Gefäße zu finden, doch ist man infolge der geringen Effekte zu einer endgültigen Entscheidung hierüber noch nicht gekommen. Die vielen Untersuchungen haben aber eine eingehende Analyse der Ionisationsvorgänge im geschlossenen Gefäß gezeitigt und dargetan, daß am Boden eine allgemein verbreitete Strahlung hohen Durchdringungsvermögens existiert. Durch die Konstruktion eines für derartige Messungen besonders ge-

eigneten Apparates und die mit diesem erhaltenen Ergebnisse hat Wulff die Aufmerksamkeit auf die durchdringende Strahlung in besonderem Maße gelenkt.

Gehen wir etwas näher auf die Ionisierungsvorgänge im geschlossenen Gefäß ein, indem wir unsere Betrachtungen der Einfachheit halber an einem Strahlungselektrometer nach Wulff anstellen. Das Elektrometer, dessen Kapazität außerordentlich gering ist, wird von außen durch eine Ladesonde aufgeladen. Die in dem Luftraum zwischen ihm und den Wandungen enthaltenen Ionen werden das Elektrometer entladen, und die Entladungsgeschwindigkeit dient als Maß für die Anzahl gebildeter Ionen, da mit Sättigungsstrom gearbeitet wird. Kennt man den entstehenden Strom und die Größe des Luftraumes, so kann man unter der Annahme, daß jedes Ion ein Elementarquantum trägt, die Anzahl der im Kubikzentimeter und in einer Sekunde erzeugten Ionen angeben. Die Ionisation im Luftraum rührt nun her: 1. von den Strahlen der Emanationen, die in der Fülluft enthalten waren und den der aus ihnen entstehenden aktiven Niederschläge, 2. von der eigenen Strahlung der Gefäßwände und der sich auf ihnen ansetzenden Induktionen, 3. von der durchdringenden Strahlung, die durch die Wandungen hineingelangt. Alle drei Faktoren erzeugen ebenso wie in der oben besprochenen Weise Sekundärstrahlen, die natürlich auch zur Messung kommen.

Die Wirkung der Emanationen und ihre aktiven Niederschläge läßt sich fast völlig vermeiden. Man kann dafür Sorge tragen, daß beim Füllen des Apparates mit frischer Luft die in dieser enthaltenen Emanationen durch ausgeglühte und stark gekühlte Kokosnußkohle zum größten Teil absorbiert werden. Anderseits sind, wenn man den Apparat über ungefähr drei Wochen völlig geschlossen hält, die Emanationen mit ihren Zerfallsprodukten abgestorben. Da sich aber aus den kurzlebenden aktiven Niederschlägen der Radiumemanation die induzierte Aktivität langer Lebensdauer entwickelt und diese wiederum zu strahlen beginnt, so wird man gut tun, die Luft in der angegebenen Weise von radioaktiven Bestandteilen zu säubern, um die Zerstreuung im Elektrometer möglichst niedrig zu halten.

Umfassende Untersuchungen haben gezeigt, daß die Ionisation im geschlossenen Gefäß von dem Material der Wände abhängt. Wie weit es sich dabei um eigene Strahlen der verwandten Metalle handelt, oder um einen Sekundäreffekt an ihnen, vielleicht durch durchdringende Strahlung veranlaßt, ist noch nicht einwandsfrei entschieden. Fest steht, daß in Gefäßen, die mit elektrolytisch niedergeschlagenem Zink überzogen sind, die Ionisation am geringsten ist, weshalb denn auch der Wulffsche Apparat in dieser Ausführung geliefert wird. Der Vorschlag, verzinktes Aluminium statt verzinktes Zink zu benutzen, da Aluminium noch besondere Vorteile bietet, ist bis jetzt an technischen Schwierigkeiten bei Bearbeitung des Aluminiums gescheitert.

Gelingt es, die beiden erstgenannten Faktoren bei der Messung auszuschalten oder in Rechnung zu bringen, so rührt der Rest der in geschlossenen Gefäßen zu beobachtenden Ionisation von der durchdringenden Strahlung her. Wie wir gesehen haben, lassen sich die radioaktiven Produkte der Fülluft abfiltrieren und die Reststrahlung ermitteln, indem man die durchdringende Strahlung abschirmt. Zu dem Zweck läßt sich der Strahlungsapparat fest verschrauben und in Wasser versenken. Sind die umgebenden Wasserschichten allseitig 2 m dick, so werden die γ-Strahlen völlig abgeschirmt und die nunmehr beobachtete Wirkung pflegt man auf Rechnung der Reststrahlen zu setzen. Dabei

ist allerdings angenommen, daß es keine durchdringende Strahlung gibt, die mehr als 2 m Wasser durchsetzen kann, ohne absorbiert zu werden. Der auf diese Weise erhaltene Wert für die Anzahl der von der durchdringenden Strahlung erzeugten Ionen wird neuerdings zu etwa 3 Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde angegeben, während nach älteren Messungen höhere Werte gefunden wurden. Die an der Erdoberfläche beobachtete Wirkung kann nun herrühren von den radioaktiven Substanzen des Erdbodens, von den aktiven Niederschlägen der Emanationen, die sich infolge des Erdfeldes an der Oberfläche absetzen, und dem Gehalt der Luft an radioaktiven Substanzen. Es trat nun zuerst die Frage auf, welcher von den genannten Faktoren den Hauptanteil der durchdringenden Strahlung liefert. Für die älteren Arbeiten galten die oben angeführten Zahlen, auf Grund deren die radioaktiven Substanzen in der Luft, später, nach eingehenderen Untersuchungen, die des Erdbodens für die Quelle der durchdringenden Strahlung angesehen wurden. Zieht man den damals nur annähernd bekannten, jetzt aber durch Heß und Chadwick sichergestellten Wert des Absorptionskoeffizienten der γ-Strahlen zu den Betrachtungen heran, so ergibt sich, daß die vom Erdboden ausgehenden γ-Strahlen in etwa 80 m schon auf die Hälfte, in 600 m über dem Boden aber fast völlig verschwunden sein müssen. Wulff machte die Probe aufs Exempel, er brachte seinen Apparat auf den Eiffelturm und beobachtete in der Tat eine Abnahme der Strahlung, die ihm aber zu gering erschien. Auch Bergwitz machte auf einem 80 m hohen Holzturme Versuche, er fand in dieser Höhe eine Minderung der durchdringenden Strahlung um 50% gegen die am Boden beobachtete. Der Wert stimmt auffallend gut überein mit dem unter der Annahme berechneten, daß die gesamte durchdringende Strahlung aus dem Erdboden stammt, hat sich aber in der Folgezeit leider nicht bestätigen lassen. Eine stärkere Abnahme bis zum völligen Verschwinden der Strahlung durfte man also in größeren Höhen erwarten. Damit war das Problem für wissenschaftliche Ballonfahrten reif geworden. Gockel hatte zwar bis 4500 m Höhe beobachtet, doch war sein Instrumentarium für Ballonfahrten nicht sehr geeignet, und die Beobachtungen selbst wurden durch ungünstiges Wetter beeinflußt, so daß diesen ersten Ergebnissen wenig Gewicht beigelegt werden kann. In den Wolken fand er höhere Werte, in 4500 m aber eine geringe Abnahme. Bergwitz berichtete über eine stärkere Abnahme, doch sind seine Resultate nicht einwandfrei. Trotzdem schien damit der überwiegende Einfluß der radioaktiven Substanzen des Bodens auf die durchdringende Strahlung erwiesen. Da machte Gockel im folgenden Jahre zwei weitere Fahrten, auf denen er zwei Apparate mitnahm, deren einer ein Wulffscher Strahlungsapparat erster Konstruktion war. Die Abnahme der Strahlung erwies sich bis 2500 m noch geringer als früher, aber die Apparate waren nicht luftdicht abgeschlossen und nach Anbringung einer Korrektur wegen der geringeren Dichte ergab sich sogar eine schwache Zunahme. Wenn man auch annimmt, daß die Messungen durch eingesaugte emanationshaltige Luft, wie sie die erheblichen Luftdruckschwankungen auf Ballonfahrten mit sich bringen, gestört waren, so gewann doch die Untersuchung durch diese Angaben erheblich an Interesse. Ein Fortschritt allerdings konnte erst mit luftdicht abgeschlossenen Apparaten erzielt werden, wie diese Heß benutzte. Nach orientierenden Fahrten gelang es ihm, mit Unterstützung der Wiener Akademie der Wissenschaften, bei sieben Freiballonaufstiegen Messungen der durchdringenden Strahlung vorzunehmen. Er führte zwei Wulffsche Strah-

lungsapparate mit, an denen gleichzeitig beobachtet wurde, und die annähernd dieselben Resultate lieferten, was für die Gewißheit der Ergebnisse von Bedeutung ist. Diese selbst stellen sich nun so dar. Wie vermutet, nimmt in dem ersten Höhenkilometer die Strahlung etwa um 1,6 Ionen pro Kubikmeter und Sekunde ab, dann wächst sie erst langsam, über 4000 m aber sehr viel schneller an, so daß sie schon innerhalb 4000 bis 5200 m, bis zu welcher Höhe er die Messungen ausführen konnte, den doppelten Wert der am Boden gefundenen Ionisation überschreitet. Die anfängliche schnelle Abnahme der Strahlung schien den Einfluß der radioaktiven Substanzen des Erdbodens zu beweisen, aber die Zunahme, die dann erfolgte, ließ sich gar nicht erklären. Heß hat dann mit den besten Daten den Anteil der drei obengenannten Faktoren an der durchdringenden Strahlung zu berechnen versucht, kam aber zu dem überraschenden Ergebnis, daß damit wenig anzufangen ist, denn die errechneten Werte ergaben von den beobachteten Abweichungen um das Zehn- bis Zwanzigfache und umgekehrt, so daß der Versuch, die Wirkung der uns bekannten radioaktiven Substanzen des Erdbodens und der Atmosphäre zu einer Erklärung der hier vorliegenden Verhältnisse heranzuziehen, sich vorläufig als unmöglich erwiesen hat. So dachte man dann wieder an eine durchdringende Strahlung kosmischen Ursprungs. Aber die Überlegung, daß eine solche sich schon bemerkbar machen sollte, wenn sie dreiviertel der Atmosphäre oder eine dieser gleichwertigen Schicht von ungefähr 500 mm Quecksilber passiert hat, daß also diese Strahlung ganz außerordentlich durchdringungsfähig sein muß, ließ eine derartige Annahme als sehr unwahrscheinlich erscheinen. Es lag nahe zu vermuten, daß die benutzten Apparate, verbesserte Strahlungsapparate nach Wulff, den erhöhten Anforderungen im Ballon doch noch nicht genügten. Der Verfasser, der sich schon seit zwei Jahren mit der Absicht trug, derartige Messungen zu machen und dem es mit Beginn des Jahres 1913 gelang, durch Unterstützung des Aerophysikalischen Forschungsfonds Halle seine Absicht in die Tat umzusetzen, suchte daher zunächst die Apparate den Verhältnissen im Ballon anzupassen, die Beobachtungen von Heß nachzuprüfen und in größeren Höhen fortzuführen. Eine Neukonstruktion des verbesserten Strahlungsapparates wurde unter den folgenden Gesichtspunkten gebaut. Das Elektrometer, nach dem bewährten Wulffschen Prinzip, ist so empfindlich, daß brauchbare Meßresultate schon innerhalb 10 Minuten zu gewinnen sind, wozu früher 1 Stunde nötig war; bei den schnellen Höhenänderungen im Ballon erschien dies außerordentlich wichtig — die dadurch ermöglichte größere Anzahl der Einzelbeobachtungen und die bessere Ausnutzung der immer zu knappen Zeit kaum zu erwähnen. — Dann mußten die Einstellungen des Elektrometers von Luftdruckschwankungen innerhalb sehr weiter Grenzen vom Druck unabhängig sein, was zwischen 200 mm innerem Unter- bis 500 mm innerem Überdruck erreicht worden ist. Ein absolutes Dichthalten bei derartiger Belastung ist durch vollständiges Verlöten und eine magnetische Ladevorrichtung gelungen, während sich die mechanische Ladesonde diesen Drucken nicht gewachsen zeigte. Temperaturdifferenzen, die bei derartig feinen Messungen bedeutend ins Gewicht fallen, kompensiert das Elektrometer besser, als man erwarten sollte. Bei 45° Temperaturdifferenz sind die Einstellungen erst um 5% fehlerhaft, alles Vorteile, die durch die neue Konstruktion erzielt worden sind. Mit diesem Apparat wurden bis jetzt drei Ballonfahrten gemacht, auf denen Maximalhöhen von 4000, 4400 und 6300 m erreicht wurden. Soweit die Messungen von Heß durchgeführt waren, sind

seine Resultate bestätigt worden. Darüber hinaus wurde das außerordentlich starke Anwachsen der durchdringenden Strahlung sicher festgestellt. Infolge der großen Empfindlichkeit des Instrumentes hat es sich als möglich herausgestellt, den Einfluß der Wolken auf die Verteilung der radioaktiven Substanzen in der Atmosphäre mit dem Apparat zu studieren. Auch konnte bei einer Fahrt, die über die stark radioaktiven Gegenden des Erzgebirges und Böhmens führte, ein Einfluß der Emanationen noch in 3000 m Abstand vom Boden wahrscheinlich gemacht werden, eine Andeutung, die, wenn sie sich bestätigt, interessante Ergebnisse verspricht und deshalb durch direkte Emanationsmessungen weiter verfolgt werden soll. Ginge doch daraus hervor, daß radioaktiv bevorzugte Gegenden noch in größeren Höhen durch vermehrten Emanationsgehalt der Luft sich bemerkbar machten. Um die Annahme einer kosmischen Strahlungsquelle als Ursache der Zunahme der durchdringenden Strahlung mit der Höhe zu vermeiden, kann man vermuten — und auf diese Vermutung bin ich von Herrn Wigand gesprächsweise hingewiesen worden —, daß an der Grenze zwischen Troposphäre und Stratosphäre der Erde oder in der oberen Inversion vielleicht der Ursprung der durchdringenden Strahlung zu suchen ist. Dann müssen sich dort die Emanationen und ihre Zerfallsprodukte anhäufen, was darin eine Stütze findet, daß sich die Emanationsmengen in 3000 m Höhe noch nicht gleichmäßig verteilt zu haben scheinen und dies erst beim Auftreffen auf ausgeprägte Schichtgrenzen erfolgen dürfte. In 6000 m Höhe fand ich 30 Ionen pro Kubikmeter und Sekunde mehr als am Boden. Diese Ionisierungsstärke würde unter der Voraussetzung, daß die Radiumemanation sie bewirkt, die Anwesenheit einer tausendfach höheren Emanationsmenge als am Boden bedeuten, was ausgeschlossen erscheint. Eine befriedigende Erklärung für diese starke Zunahme der durchdringenden Strahlung hat sich, wie wir gesehen haben, bis jetzt nicht finden lassen. Es bleibt daher nichts weiter übrig, als die Ergebnisse der direkten Messungen der Emanation und der durchdringenden Strahlung in noch größeren Höhen abzuwarten. Vielleicht liefern die Messungen der Leitfähigkeit und des Potentialgefälles, die von den Herren Wigand und Everling nunmehr bis in 9000 m Höhe durchgeführt worden sind, Anhaltspunkte in dem einen oder anderen Sinne.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich die aufgeworfenen Fragen, nicht zum mindesten die nach dem Ursprung der durchdringenden Strahlung, bei näherem Eingehen noch als wenig geklärt erwiesen haben, und daß in dem Gebiet von 5000 m an aufwärts Probleme im wahrsten Sinne des Wortes in der Luft liegen, die ihrer hoffentlich baldigen Lösung harren.

Zur Bearbeitung dieser und noch anderer damit zusammenhängender Fragen wurde in Halle ein Aerophysikalischer Forschungsfonds gegründet. Das großzügig angelegte Arbeitsprogramm ist erst zu einem Teile durchgeführt; der Fortsetzung stellen sich lediglich finanzielle Schwierigkeiten in den Weg, da die Mittel zurzeit erschöpft sind. Es wäre sehr zu wünschen, daß dem Fonds aus wissenschaftlich interessierten Kreisen Unterstützung zuteil würde, da die Fragen neben rein wissenschaftlichen auch erheblich praktisches Interesse für die Luftfahrt haben.

Berichtigung: Die letzte Formel auf S. 97 dieser Abhandlung muß richtig lauten: $N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Kleine Mitteilungen

Die meteorologische Bedeutung der lichtelektrischen Wirkung des äußersten Ultravioletts auf Wasser und Eis. Die bisherigen Untersuchungen haben erwiesen, daß reines Wasser keinen lichtelektrischen Effekt zeigt. Für Eis dagegen fand Herr Buisson eine starke lichtelektrische Wirkung, wenn er das ultraviolette Licht eines Funkens zwischen Aluminiumelektroden direkt durch Luft hindurch auf das Eis fallen ließ. Neuerdings hat nun W. Obolensky eine Untersuchung über die lichtelektrische Wirkung des äußersten Ultravioletts auf Wasser, wässerige Lösungen und Eis mit Rücksicht auf die meteorologischen Erscheinungen angestellt, von denen er einen Vorbericht in der „Meteorologischen Zeitschrift" Bd. 29 H. 11 erscheinen läßt. Danach kommt die Bestrahlung der in der Atmosphäre befindlichen Wasserpartikelchen durch das ultraviolette Licht der Sonne für den elektrischen Zustand der Atmosphäre kaum in Betracht, „denn einerseits ist die Wirkung auf reines Wasser außerordentlich gering und wird auch durch geringe Zusätze, wie sie als Spuren von Ammoniak und Salpetersäure im Regen enthalten sind, nicht wesentlich erhöht; andererseits liegen die Wasserwolken zu tief, als daß das wesentlich wirksame Wellengebiet, das gerade bei Wasser im äußersten Ultraviolett liegt, bis zu ihnen gelangen könnte". Wesentlich anders verhält es sich mit den bedeutend höher liegenden und aus kleinen Eiskristallen bestehenden Cirruswolken. Die Wirkung auf Eis ist etwa 200 bis 300 mal so groß wie die auf Wasser, und das wirksame ultraviolette Licht der Sonne dringt bis zu diesen Höhen herab. Auch langwelligeres ultraviolettes Licht ist auf Eis von erheblicher Wirkung. „Dadurch gewinnt die Hypothese des Herrn Brillouin über die Ladung der Cirruswolken und ihre Rolle in dem elektrischen Verhalten der Erdatmosphäre eine gesicherte Grundlage." Obolensky meint dann weiter, daß quantitative Schlüsse erst zulässig wären, wenn die Menge des von der Sonne in die verschiedenen Tiefenschichten der Erdatmosphäre gesandten Ultravioletts der verschiedenen Wellenlängengebiete genügend bekannt wäre. Die hierzu nötigen schwierigen nur in Luftballons ausführbaren Untersuchungen seien heute noch nicht durchgeführt, sie wären aber bei der wachsenden Erkenntnis der Bedeutung der ultravioletten Sonnenstrahlung für die Meteorologie von großer Wichtigkeit.

Gehalt des Regenwassers an Wasserstoffsuperoxyd. Es ist bereits lange bekannt, daß Spuren von Wasserstoffsuperoxyd im Regenwasser und im Schnee zu finden sind, und daß der Gehalt während des Tages stets größer als während der Nacht ist. Im Jahre 1909 wurde durch Miroslaw Kernbaum gezeigt, daß die ultravioletten Strahlen einer Quecksilberdampfquarzlampe Wasser gemäß der Gleichung $2H_2O = H_2O_2 + H_2$ zersetzen, eine Tatsache, die annehmen ließ, daß Wasserstoffsuperoxyd in Regenwasser seine Bildung der Einwirkung der ultravioletten Strahlung der Sonne auf den Wasserdampf in den höheren Schichten der Atmosphäre verdankt. Die Richtigkeit dieser Hypothese wurde seither von M. Kernbaum nachgewiesen (Bull. International Acad. Sci, Krakau 1911, S. 583); er fand, daß gewöhnliches Sonnenlicht an der Erdoberfläche imstande ist, dieselben Resultate in Wasser, das in einer Quarzflasche eingeschlossen ist, hervorzurufen; zuerst wurde sowohl Wasserstoff wie auch Wasserstoffsuperoxyd in sehr kleinen Mengen nach einer mehrere Tage dauernden Bestrahlung durch die Sonne im Juli gebildet gefunden. In einem solchen Falle ist notwendigerweise die Wirkung der ultravioletten Strahlung erheblich geringer als in den höheren Schichten der Atmosphäre, da gerade diese Strahlen beim Durchgang durch dieselbe einer starken Absorption unterliegen. (Meteorologische Zeitschrift 1912, Heft 9, S 442.) Dieser Gehalt von Wasserstoffsuperoxyd ist deshalb von Bedeutung, weil dieser Stoff starke desinfizierende Wirkungen besitzt. Der Regen führt diesen Stoff aus höheren Schichten herunter, sodaß er hier auf der Erde seine wertvollen hygienischen Wirkungen ausüben kann.

Bücherschau

Delambre, J. B. J., Grandeur et Figure de la Terre. Mit Anmerkungen und Karten herausgegeben von S. Bigourdan. Paris 1912. VIII. u. 402 S. Preis 15 Fr.

Die Zeit gegen das Ende des 18. und nach dem Beginn des 19. Jahrhunderts ist eine der merkwürdigsten in der Geschichte der physikalischen Wissenschaften. Einmal hat sie eine Anzahl der größten Theoretiker und Experimentatoren hervorgebracht, — ich nenne nur Namen wie Lagrange, Laplace, Euler, Gauß, Borda, Coulomb usw. — und hat die heute noch gültigen Grundlagen für die mechanischen und astronomischen Wissenschaften insbesondere geliefert. Dagegen kann man bei genauerer Beschäftigung mit jener Zeit feststellen, daß sie manchmal Experimentaluntersuchungen gegenüber merkwürdig kritiklos war. Insbesondere z. B. auf thermometrischem Gebiet, wo fast nichts geleistet wurde; es ist überraschend zu lesen, daß es damals nicht gelang, Meßstangen durch Einpacken in Eis bis auf genau Null Grad abzukühlen!

Bekannt ist ja auch die Formulierung eines Messungsergebnisses für einen Besselschen Maßstab: il nous a semblé . . . : es schien uns, daß usw.

Auffallen wird es auch, daß bei den damaligen Messungsweisen zur Bestimmung der Größe der Erde, aus denen dann die heute noch gültige Meterlänge abgeleitet wurde (vgl. Méchain u. Delambre, Grundlagen des dezimalen metrischen Systems. Herausg. v. W. Block, Besprechung in Weltall, Bd. 13, S. 314, 1912/13), die Meinung herrschte, man hätte Ergebnisse erzielt, die an Genauigkeit nie wieder übertroffen werden könnten. Es dürfte dabei nicht nur eine gewisse unzureichende Kritik der Messungen beteiligt sein, sondern auch ein Fehlen eines historischen Sinnes, eines Verständnisses für den Fortschritt der Wissenschaften, der niemals zu einem Abschluß führt. Eine solche Interesselosigkeit an der Entwicklung der Wissenschaften, die auch heute noch sehr unvollständig überwunden ist, bewirkt es, daß wir aus jener sonst literarisch so fruchtbaren Zeit nur einen Schriftsteller von Bedeutung haben, der sich mit Geschichte der Physik und Astronomie beschäftigt, nämlich Delambre. Von ihm besitzen wir außer obigem, eine Anzahl historischer Abschnitte enthaltenden Werk, eine Geschichte der alten Astronomie (Paris 1817), eine Geschichte der Astronomie im Mittelalter (Paris 1819), eine Geschichte der neueren Astronomie (Paris 1822), endlich eine Geschichte der Astronomie im XVIII. Jahrh. (nach seinem Tode 1827 von L. Mathieu herausgegeben) und die bisher noch ungedruckte jetzt vorliegende Schrift, deren richtigerer Titel: Geschichte der Erdmessung ist. Die Drucklegung erfolgte nach dem Originalmanuskript Delambres, mit Zusätzen und Erläuterungen von Bigourdan.

Die Behandlung des Gegenstandes setzt, da die alte und mittelalterliche Erdmessung bereits in den astronomischen Schriften behandelt ist, mit der Besprechung von J. Cassinis: „Über die Größe und Gestalt der Erde“ aus dem Jahre 1718 ein und beschäftigt sich mit den Messungen von Cassini selbst, Picard und La Hire, die insgesamt als erste französische Gradmessung zusammengefaßt sind. Das II. Kapitel bringt dann die erste Gradmessung im hohen Norden, in Lappland, 1736 bis 37 an der Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier und Celsius beteiligt waren. Im III. Kapitel wird die wiederholte Gradmessung in Frankreich von 1740 besprochen, zur genaueren Feststellung der Abplattung der Erde, die bereits durch die lappländische Messung unwiderleglich nachgewiesen war. Diese Messung ist im wesentlichen ein Werk von La Caille.

Hieran schließt sich dann im IV. Kapitel die denkwürdige Messung in Peru am Äquator, etwa 1741, ausgeführt von Bouguer und La Condamine, im Zusammenhang mit der Messung im Norden die Gestalt der Erde mit der größten Genauigkeit zu bestimmen. Es ist dies ja die Messung, von der die Toise von Peru abgeleitet ist, das Normal-Längenmaß, das erst durch das Meter abgelöst ist, das noch in den Besselschen Messungen eine große Rolle spielt, so daß noch heute die von ihm konstruierten Meßstangen der Preußischen Landesvermessung zwei Toisen lang sind.

Das V. Kapitel bilden weiter einige nicht französische Messungsweisen, und in VI wird dann in besonderer Ausführlichkeit alles das besprochen, was mit der großen französischen Gradmessung zur Ableitung der Meterlänge, als den 40 000 000. Teil des Erdumfanges zusammenhängt, woran ja Delambre einen besonders hervorragenden Anteil hatte.

Ein Schlußkapitel stellt endlich die Gradmessungen nach 1800 zusammen, besonders die Anschlußmessungen zur Verlängerung der französischen Messungen bis Greenwich, dann die englischen Messungen, bearbeitet von Mudge und Dalby, und die indischen von Lambton.

Die Ergebnisse aller dieser Messungen sind ja heute durch neuere Messungen größtenteils überholt, auch die rein historische Forschung ist weiter fortgeschritten. Aber jeder wird bei dem reichen Inhalt dieser Schrift, wenn er Interesse an der Entwicklung eines der interessantesten und schwierigsten Gebiete der Geodäsie hat, viel aus ihr lernen können. Sie behandelt ja Arbeiten, die mit ungeheuren Schwierigkeiten verbunden sind, die ein einzelner nicht zu bewältigen imstande ist, die damals ein einzelner Staat im wesentlichen ausgeführt hat, und die heute, allerdings mit anderen Methoden, durch die Vereinigung der Kulturstaaten im Internationalen Bureau der Erdmessung in Potsdam, immer noch weiter fortgeführt werden. Block

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

Stäbchensehen in klarer Sternennacht

Von Felix Linke

Durch Lummer und seine Schüler sind in den letzten Jahren wichtige Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge beim Sehen geliefert worden, die auch für die Astronomie und für die Beobachtungskunst eine große Rolle spielen. Bevor wir uns jedoch mit den neuen Untersuchungen selbst beschäftigen, müssen wir uns erst noch den Bau der physiologischen Elemente des Auges etwas genauer ansehen, als das gewöhnlich zu geschehen pflegt.

Unser erstes Bild stellt einen Durchschnitt durch das menschliche Auge dar. Die Optik des Auges, auf die es hier nicht so sehr ankommt, setzen wir als bekannt voraus. Die durch die Linse von außen einfallenden Lichtstrahlen treffen auf dem Augenhintergrund die Elemente der Netzhaut, von denen aus die Sehreize zum Gehirn weiter geleitet werden. Der Bau dieser feinen Gebilde ist nun für unser Sehen und namentlich für unser Farbensehen von größter Wichtigkeit.

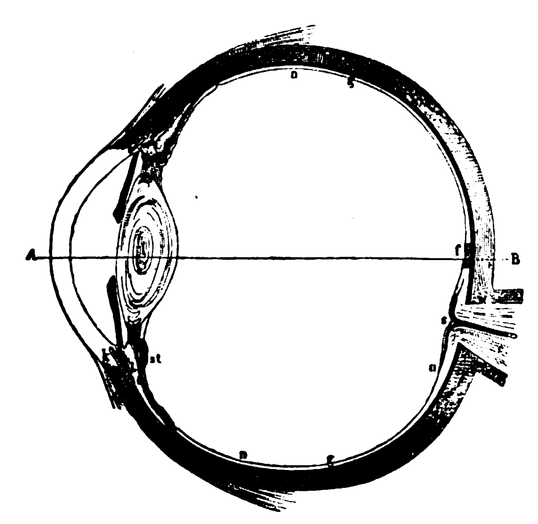


Fig. 1. Querschnitt durch das menschliche Auge

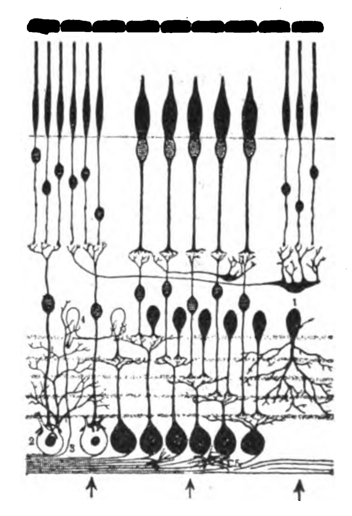


Fig. 2. Querschnitt durch die Netzhaut des menschlichen Auges

Die Sclerotica, die harte, den ganzen Augapfel einhüllende feste Haut w, ist innen zunächst mit der Gefäßhaut gg (tunica choroidea) ausgekleidet, auf der die Netzhaut nn, die Retina, liegt. Nur an einer Stelle ist die Sclerotica durchbrochen, nämlich bei e, gegenüber der Linse l, etwas außerhalb der Sehachse AB. Hier ziehen sich die auf der Retina ausgebreiteten Sehnerven zu einem zylindrischen Strang zusammen, dessen feine Fasern zum Gehirn führen. Diejenige Stelle im

Auge, wo dieser Zusammenzug stattfindet, ist der bekannte blinde Fleck. In der Augenachse selbst, bei f, liegt eine bevorzugte Gegend der Retina, der gelbe Fleck, und in diesem eine besonders fein ausgebildete Stelle, die Netzhautgrube (fovea centralis).

Die Netzhaut ist ein äußerst kompliziert gebautes Organ. In ihr liegen die Gebilde, die den Lichtreiz aufnehmen. Daß die Netzhaut in ihrer kontinuierlichen Gesamtheit nicht zur Aufnahme von Lichtreizen geeignet ist, beweist schon die bekannte Tatsache, daß es dem bloßen Auge nicht möglich ist, sehr enge Doppelsterne zu trennen. Sterne, deren scheinbarer Abstand weniger als eine halbe Bogenminute beträgt, kann das unbewaffnete Auge nicht mehr als getrennte Lichtpunkte unterscheiden. Daraus folgt, daß die perzipierenden Elemente der Netzhaut eine gewisse Entfernung von einander haben, die man aus der obigen Angabe berechnen kann. Die Rechnung führt auf eine Zahl, die mit den direkten Auszählungen unter dem Mikroskop übereinstimmt.

Diese Sehelemente bestehen aus Gebilden zweierlei Art, längeren stäbchenförmigen und kürzeren dickeren flaschenförmigen; sie führen die Namen Stäbchen und Zapfen. Die sich über die Netzhaut ausbreitenden Sehnerven gehen nicht direkt in die Sehelemente über. Das zweite Bild gibt einen Durchschnitt durch die Netzhaut und läßt deren Bau erkennen. Die Nerven endigen auf der dem Glaskörper zugekehrten Seite der Netzhaut in kleinen Kernen, von denen feine Fasern durch die Netzhaut gehen, die sich in einer der zehn unterscheidbaren Schichten verästeln. Den Verästelungen stehen andere gegenüber, von denen aus wiederum feine Fäserchen zu Verästelungen führen, die in einer weiterhin liegenden Schicht enden. Ihnen stehen wieder feine Fäden gegenüber, die nun direkt zu den Stäbchen oder den Zapfen führen. Das Bild läßt erkennen, daß nicht alle Stäbchen an einer gesonderten Nervenfaser sitzen, daß gewöhnlich mehrere den zu einem Faden führenden Verästelungen gegenüberstehen, ja daß ganze Gruppen an einem Nervenstrang sitzen. Die Stäbchen reichen mit ihren Enden fast bis an die Gefäßhaut.

Anders ist die Netzhautgrube gebaut. Die Gefäße der Retina treten dort nicht ein, sondern endigen in ihrer nächsten Umgebung in feinsten Schlingen. Stäbchen kommen dort überhaupt nicht vor, und die Zapfen stehen dicht gedrängt. Hier führt von jedem Zapfen eine gesonderte Leitung zum Gehirn, weshalb der Reiz jedes einzelnen Zapfens empfunden wird. Die Netzhautgrube enthält rund 4000 Zapfen. Sie spielt beim Sehen eine besondere Rolle, und zwar die, daß man das Bild eines Gegenstandes, den man fixiert, besonders dorthin lenkt.

Sonst enthält die Netzhaut Zapfen und Stäbchen; doch werden die Zapfen immer seltener, je mehr man sich von der Netzhautgrube entfernt. Im ganzen schätzt man die Zahl der auf der Netzhaut vorhandenen Zapfen auf 7 Millionen, die der Stäbchen auf 130 Millionen.

Es ist nun höchst bemerkenswert, daß das Licht nicht direkt auf die perzipierenden Elemente fällt, sondern vorher erst alle Schichten der Retina durchaufen muß. Das Licht tritt in Richtung der Pfeile ein, die also von der Linse aus durch den Glaskörper weisen. Erst in der durch die feinpunktierte Linie abgetrennten Schicht, wo die perzipierenden Elemente liegen, wird der Lichtreiz umgesetzt und durch die vorhergehenden Schichten zurück in die eigentlichen Nervenbahnen und durch diese zum Gehirn geleitet.

Im Gehirn verästeln sich die einlaufenden Nervenfasern in ähnlicher Weise wie in der Retina.

Der Bau der Netzhaut ist zwar schon ziemlich lange bekannt, es war aber immer ziemlich dunkel geblieben, welche verschiedenen Funktionen Zapfen und Stäbchen ausüben. Darüber aber müssen wir uns völlige Klarheit verschaffen.

Fixiert man einen Gegenstand mit den Augen, so fällt das von dem optischen Apparat des Auges entworfene Bild genau auf die Netzhautgrube. Es ist daher selbstverständlich, daß wir dann vornehmlich mit diesem Teile der Netzhaut sehen, daß es in erster Linie die dort vorhandenen Netzhautelemente sind, die den Gesichtseindruck aufnehmen. Auf der Netzhautgrube sind aber nur Zapfen vorhanden, sodaß man einen fixierten Gegenstand hauptsächlich mit diesen Netzhautelementen betrachtet. Jeder weiß nun aus der Erfahrung, daß es bei abnehmender Helligkeit immer schwieriger wird, einen fixierten Gegenstand auch wirklich deutlich zu sehen, und im dunklen Dämmerlicht ist es höchst unangenehm, einen Gegenstand fest ins Auge zu fassen, um deutlich die Einzelheiten sehen zu können. Das Fixieren wird dann schwer, weil sich das Auge unwillkürlich so einstellt, daß es von dem angeschauten Gegenstande ein möglichst helles Bild erhält. Das ist aber nicht der Fall, wenn das dunkle Bild auf die Netzhautgrube fällt, sondern auf solche Stellen der Retina, wo die Stäbchen vorherrschen. Das läßt schon vermuten, daß die Stäbchen im Dunkeln besser sehen können als die Zapfen.

Daß es wirklich einer der beiden wichtigsten Unterschiede der Eigenschaften der beiden Netzhautelemente ist, geht deutlich aus einem Versuch Lummers hervor. Ein verhältnismäßig großes Platinblech wird durch den elektrischen Strom zur Dunkelrotglut gebracht. Schaut man das Blech direkt an, „fixiert“ man es also, so erscheint es rot und scharf begrenzt; blickt man aber vorbei, so verliert es seine Farbe und nimmt einen weißlichen unscharfen Schein an.

Dieser Versuch führt uns gleichzeitig zu der zweiten Haupteigenschaft der Stäbchen, denn er zeigt uns an, daß sie die Farbe negieren. Wir können also vermuten, daß ihnen die Eigenschaft, Farbe zu sehen, in hohem Grade ermangelt. Auch dafür hat Lummer[1]) einen lehrreichen Versuch ausgearbeitet: „In einem Gehäuse mit geeignetem Ausschnitt befindet sich eine starkfadige Glühlampe, die durch Regulierung des Heizstromes ganz allmählig von dunkler Rotglut bis zur Zerspratzungstemperatur erhitzt werden kann. Der Glühfaden dient als leuchtender Spalt, von dem durch ein Rowlandsches Konkavgitter ein vergrößertes Spektrum auf weißem Schirm erzeugt wird. Nachdem die Augen an vollkommene Dunkelheit gewöhnt sind, steigert man den Strom, bis auf dem Schirm ein erster Lichtschimmer wahrzunehmen ist. Dieses erste bemerkbare Licht ist farblos und macht den Eindruck von „stäbchenweißer“ Helligkeit. Steigert man jetzt die Glühtemperatur, so nimmt das farblose Licht an Helligkeit zu, dehnt sich nach beiden Seiten des Spektrums aus, und zur Helligkeitsempfindung gesellt sich nach und nach die Empfindung der Farbe. Mit dem Auftreten der Farbe macht sich zumal beim Überhitzen der Glühlampe die interessante Tatsache bemerkbar, daß die anfangs bei „Blaugrün“ gelegene maximale Helligkeit mehr und mehr nach dem gelbgrünen Teil des Spektrums wandert. Zur Kontrolle dieser Verschiebung markiert man die hellste Stelle, läßt die Glühlampe langsam wieder dunkler und dunkler werden, bis nur jener „grauweiße“ Lichtschimmer übrig bleibt, markiert auch diese Stelle und überhitzt nun plötzlich die Glühlampe, sodaß man beide Marken erkennt. Aus diesen Versuchen folgt also, daß die Stäbchen vor den

---

[1]) Lummer, Experimentelles über das Sehen im Dunkeln und Hellen. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 1904. 6, 2 S. 64 fg.



Zapfen über die Schwelle schreiten und daß die Stäbchen ihre größte Empfindlichkeit im blaugrünen Spektralteile, die Zapfen im gelbgrünen besitzen."

Aus diesen Versuchen folgt, daß die Zapfen unser farbentüchtiger Hellapparat, die Stäbchen aber unser sehtüchtiger Dunkelapparat sind.

Trifft dies zu, so müßte das Auge des Farbenblinden nur Stäbchen enthalten. Stellt man eine Kurve der Empfindlichkeit Farbenblinder für die Helligkeit aller sichtbaren Wellenlängen auf, so ergibt sich, daß diese gleich der Empfindlichkeitskurve für die Stäbchen allein ist. Aber noch ein weiteres sehr interessantes Ergebnis zeitigen die Versuche. Wenn die Zapfen im Dunkeln nicht sehen können, so sind wir allein auf die Stäbchen angewiesen, und das heißt nichts anderes, als daß wir dann auch farbenblind sind.

Um diese Schlußfolgerung zu prüfen, unternahm Lummer zusammen mit Pringsheim Ende Juni 1912 eine Nachtfahrt im Ballon beim Vollmondschein. Im Sommer dauert die Dämmerung sehr lange und so ist es denn kein Wunder, daß erst kurz vor Mitternacht die farbenunterscheidenden Zäpfchen ihre Tätigkeit einstellten. Bis dahin konnten also die Beobachter noch Farbe unterscheiden. Nachdem jedoch die Stäbchen ganz die Sehfunktion übernommen hatten, wurden die Beobachter tatsächlich total farbenblind und sahen umso heller, je indirekter sie beobachteten. „Um Objekte mit lebhaften Farben in großer Nähe betrachten zu können, hatten wir am Ballonkorb flatternde Papierfarben aus roten, gelben, grünen und blauen Streifen befestigt. Trotzdem diese vom Vollmondlichte (freilich etwas verschleiert) voll getroffen wurden, war nach Mitternacht von den Farben nichts mehr zu bemerken. Rot erschien tief sammetschwarz, da die Stäbchen für den roten Spektralbezirk unempfindlich sind, während die gelben Farben grau und die blauen Farben weißlich leuchteten.

Blickten wir in die Landschaft hinab, so erschien diese wie mit einem weißlichen Schleier überzogen, düster und geheimnisvoll gähnte öde Leere uns entgegen und alles war „grau in grau" gemalt, unterbrochen von schwarzen Schatten und helleren stäbchenweißen Stellen. In bezug auf die Schätzung des „Höher und Tiefer" im welligen Terrain, in bezug auf die Erkennung von Einzelheiten unserem Ballon scheinbar sich nähernden Hindernisse und in bezug auf die Perspektive waren wir vielen Täuschungen unterworfen. Wir waren auf der Fovea total blind und wurden von den beim „Gespenstersehen" auftretenden Erscheinungen geneckt. Nur der Vollmond bot bei direkter Betrachtung das gewohnte Bild und auf seiner runden Scheibe ließen wir gern unser Auge ausruhen von der ungewohnten Anstrengung beim Stäbchensehen. Bei direkter Beobachtung nahm die Mondscheibe zu an stäbchenweißem Glanze und ab an Erkennbarkeit der Einzelheiten. Nicht ohne Freude und Wohlbehagen begrüßten wir die anbrechende Tagesdämmerung und das Erwachen der Zapfen, welche die Landschaft in gewohnte Farben tauchen."

Wer fern von der Helligkeit der Großstadt Gelegenheit hat, sich im Vollmondschein zu ergehen, kann alle diese Beobachtungen selbst nachprüfen. Entfernt er sich aus beleuchtetem Hause, wo er noch mit den Zapfen gesehen hat, so sind vorerst die Erscheinungen wenig auffällig. Erst wenn die Stäbchen ganz erwacht sind und ihren Dienst voll aufgenommen haben, wird er all das beobachten, was Lummer auf seiner Ballonmondscheinfahrt gesehen und beschrieben hat: Die Landschaft ist mit silbergrauem Licht übergossen, farbige Straßenlaternen in der Ferne und die hell erleuchteten Fenster ferner Häuser er-

scheinen in ihrem gewöhnlichen Lichte, wenn man sie fixiert, verlieren es aber, wenn man an ihnen vorbeisieht, wenn man sie nur indirekt erblickt.

Alle diese Beobachtungen haben aber auch einen astronomischen Wert, worauf Lummer in Verfolg seiner Beobachtungen aufmerksam machte. Es fiel ihm auf, daß die Sterne im allgemeinen einen farblosen „stäbchenweißen“ Glanz besaßen und er vermutete einen Zusammenhang mit seinen früheren Beobachtungen. Einmal darauf aufmerksam geworden, probierte er seine Theorie an den Plejaden, die ihm als weißglänzender Sternhaufen erschienen. Fixierte er diese Sterne, so verblich ihr Glanz außerordentlich und von dem vorher glänzenden Haufen blieben nur wenige bleiche Lichtpünktchen übrig. Blickt man z. B. zu dem in der Nähe stehenden hellen Aldebaran hin, so erscheinen die Plejaden wieder in ihrem alten Glanze. Fixiert man nun die helleren Sterne, so nehmen sie gegen die indirekte Beobachtung an Glanz merklich ab; die schwächeren Sterne aber verschwinden ganz. Dieselbe Erscheinung läßt sich bei allen schwächeren Sternen am Himmel wiederholen. Es scheint demnach, daß uns das Sternenlicht der Hauptsache nach durch die Stäbchen zum Bewußtsein gebracht wird. Nur die größeren Sterne vermögen auch noch auf die Zapfen Eindruck zu machen. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Erklärung für das Sternsehen in der Dämmerung. Man ist zwar im allgemeinen der Ansicht, daß das zerstreute Licht der Erdatmosphäre in der Dämmerung das Sehen der kleineren Sterne erschwert. Das ist auch zweifellos bei Beginn der Dämmerung der Fall, aber es ist bemerkenswert, daß das sehr lange anhält. Noch wenn die Dämmerung fast ganz verschwunden ist, bemerken wir nur wenige der hellsten Sterne am Himmel. Und erst, wenn die Nacht völlig hereingebrochen ist, besät sich der Himmel schnell mit einem Meer glänzender Lichtpünktchen, und auch die größeren Sterne nehmen an Glanz stark zu. Das schnelle Sichtbarwerden der zahlreichen nicht ganz hellen Sterne tritt dann ein, wenn die Stäbchen beginnen, ihre Funktionen auszuüben.

Somit ergibt sich das merkwürdige Resultat, daß das Auftreten der Tausende Sterne nichts ist, als das Werk der erwachenden Stäbchen.

Auch diesen Schluß kann man prüfen, wenn man sich aus dem Dunkel plötzlich in große Helligkeit begibt. Hat man z. B. die Möglichkeit, auf sonst unbeleuchtetem Terrain bei klarem Himmel eine elektrische Bogenlampe zu entzünden, die die Umgebung sogleich in die gewohnten Farben taucht, so verwandelt sich das sternenbesäte Firmament in ein tiefschwarzes Gewölbe, auf dem nur die hellsten Sterne funkeln. Verlischt die Lampe, so dauert es nicht lange, bis die Stäbchen erwachen und den Himmel mit dem stäbchenweißen Glanze tausender Sterne bedecken. Man kann auch Lummers Versuch, von beleuchtetem oder unbeleuchtetem Fenster aus den Sternenhimmel zu beobachten, nachmachen, wenn man einen Ausblick auf unbeleuchtetes Gelände hat.

Als gesichertes Resultat seiner Beobachtungen stellt daher Lummer hin, „daß der „silberne“ Glanz aller Sterne durch die Mitwirkung der dunkeladaptierten Stäbchen hervorgezaubert wird, daß das eigentümlich glanzvolle Sternenlicht die Empfindung „Stäbchenweiß“ ist und daß die tausende Sterne kleinerer Größe ihr Dasein für uns allein den Stäbchen verdanken. „Stäbchensterne“ möchte ich daher alle diese bei hell adaptiertem Auge unsichtbaren Sterne nennen im Gegensatz zu den helleren „Zapfensternen“. Beim direkten oder indirekten Sehen mit dunkeladaptiertem Auge wird unter Umständen ein „Flackern“ der Sterne vorgetäuscht.“

Sind die Naturgesetze veränderlich?

Von Henri Poincaré †

(Schluß)

Ist es möglich, daß die Widersprüche der Geologen jemals die Wissenschaft dahin bringen können, die Wandelbarkeit der Gesetze zu folgern? Bedenken wir zunächst, daß nur im ersten Entwickelungsstadium der Wissenschaften Analogieschlüsse Anwendung finden, mit denen die Geologie der Jetztzeit sich begnügen muß. In dem Maße, als die Wissenschaften sich entwickeln, nähern sie sich dem Zustand, welchen die Astronomie und die Physik bereits erreicht zu haben scheinen, und in dem die Gesetze fähig sind, in der Sprache der Mathematik ausgedrückt zu werden. Diese Behauptung, von der wir schon eingangs der Abhandlung gesprochen haben, wird einst uneingeschränkt zur Wahrheit werden. Es ist ja eine verbreitete Ansicht, daß alle Wissenschaften bestimmt sind, mit größerer oder geringerer Schnelligkeit nacheinander die gleiche Entwickelung zu nehmen. Wenn dem so ist, so können die Schwierigkeiten, die auftauchen, nur vorübergehend sein, dazu bestimmt, sich in nichts aufzulösen, sobald die Wissenschaften dem Kindesalter entwachsen sein werden.

Aber wir brauchen nicht diese unsichere Zukunft abzuwarten. Worauf beruht der Analogieschluß des Geologen? Eine geologische Beobachtungstatsache scheint ihm dermaßen übereinstimmend mit einer Beobachtungssache der Gegenwart, daß er die Ähnlichkeit nicht auf Rechnung des Zufalls setzen kann. Er glaubt dies nicht anders erklären zu können als durch die Annahme, daß die beiden Ereignisse durch nahezu gleiche Begleitumstände hervorgerufen sein können. Er würde so weit gehen, sich vorzustellen, daß die begleitenden Umstände identisch waren, daß aber, mit Ausnahme dieses einzigen Punktes, die Naturgesetze sich während dieses Zeitraumes geändert hätten und daß die ganze Welt sich umgestaltet hätte in dem Maße, daß man sie nicht mehr wiedererkennen könnte. Er würde auf der einen Seite behaupten, daß die Temperatur habe dieselbe bleiben müssen, andererseits aber zufolge einer Umwälzung der ganzen Physik die Wirkungen der Temperatur vollkommen andere geworden seien, derart, daß sogar das Wort Temperatur jeden Sinn vollkommen eingebüßt hätte. Offenbar wird er, wohin es auch führte, durch eine solche Vorstellung niemals sich abschrecken lassen. Die Art, wie er die Logik erfaßt, steht dem durchaus im Wege.

Wie wäre es aber, wenn die Menschheit durch längere Zeiträume bestehen könnte, als wir angenommen haben, lange genug, um die Gesetze unter ihren Augen sich verändern zu sehen? Oder noch besser, wenn die Menschen dazu gelangten, genügend empfindliche Instrumente zu bauen, um die Veränderung, so langsam sie auch sei, schon im Verlaufe weniger Menschenalter wahrnehmbar zu machen? Dann wären es nicht mehr Schlüsse und Folgerungen, sondern unmittelbare Beobachtung, auf der unsere Kenntnis von den Änderungen der Naturgesetze ruht. Würden dann nicht alle vorangegangenen Überlegungen zunichte? Die Aufzeichnungen, in denen die Erfahrungen unserer Vorfahren niedergelegt wären, wären dann auch nichts Anderes als Überreste aus der Vergangenheit, die uns von eben dieser Vergangenheit nur eine indirekte Kenntnis vermitteln würden. Die Urkunden der Vergangenheit sind für den Geschichtsforscher das, was die Versteinerungen für den Geologen sind, und die

Werke der Forscher vergangener Zeiten wären eben auch nichts anderes als Urkunden aus der Vergangenheit. Sie würden uns über das Denken jener Forscher nur in dem Maße Aufschluß geben, als diese Menschen von einstmals denen von heute ähnlich wären. Wenn die Naturgesetze sich wirklich ändern würden, dann wäre das Universum in allen seinen Teilen diesem Einflusse unterworfen, und auch die Menschheit könnte sich ihm nicht entziehen. Selbst wenn man annimmt, daß sie in der neuen Umgebung hätte weiter leben können, so hätte sie sich doch notwendigerweise ändern müssen, um sich ihr anzupassen. Und so wäre uns die Sprache der Menschen von einstmals unverständlich geworden; die Worte, derer sie sich bedient haben würden, hätten keinen Sinn mehr für uns oder doch einen anderen. Geschieht Ähnliches nicht schon nach wenigen Jahrhunderten, obwohl die Naturgesetze indes ungeändert geblieben sind?

Und so verfallen wir stets in das gleiche Dilemma: Entweder verbleiben die Dokumente von ehedem uns vollkommen verständlich, und das wird dann der Fall sein, wenn die Welt sich gleich geblieben ist, dann werden sie uns aber auch nichts Neues lehren können. Oder aber sie sind zu unentzifferbaren Rätseln geworden, dann können sie uns überhaupt nichts Anderes lehren, als daß die Gesetze sich geändert haben; wir wissen, daß nicht einmal soviel nötig ist, um sie uns zum toten Buchstaben zu machen.

Übrigens würden solche Menschen von einstmals, ebenso wie wir, stets nur eine fragmentarische Kenntnis der Natur haben besitzen können. Wir werden stets ausreichende Mittel finden, um zwei Bruchstücke, selbst wenn sie unversehrt sind, passend aneinanderzufügen; um wie viel eher noch, wenn uns von der fernen Vergangenheit nur ein verblaßtes, ungenaues und halbverwischtes Bild erhalten ist?

Betrachten wir die Frage nun von einem anderen Gesichtspunkt. Die Gesetze, die uns die unmittelbare Beobachtung liefert, sind nur Mittelwertsgesetze. Nehmen wir als Beispiel das Mariottesche Gesetz. Für die meisten Physiker ist es nur eine Folge der kinetischen Gastheorie; die Gasmoleküle sind mit beträchtlichen Geschwindigkeiten begabt, sie beschreiben verwickelte Bahnen, deren Gleichung man ansetzen könnte, wenn man die Gesetze kennen möchte, nach denen sie sich gegenseitig anziehen und abstoßen. Schätzt man die Bahnen nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit, so kann man zeigen, daß die Dichte eines Gases seinem Drucke proportional ist.

Die Gesetze, die die der Beobachtung zugänglichen Körper beherrschen, sind daher bloße Folgen der molekularen Gesetze.

Ihre Einfachheit ist nur scheinbar und verbirgt eine höchst verwickelte Wirklichkeit, da daß Maß für die Mannigfaltigkeit die Anzahl der Moleküle selbst ist. Aber gerade weil diese Anzahl so außerordentlich groß ist, heben sich die Abweichungen im Einzelnen gegenseitig auf und wir empfangen den Eindruck der Harmonie.

Die Moleküle selbst sind vielleicht auch wieder Welten; ihre Gesetze können dann auch nur Mittelwertsgesetze sein, und um deren Ursachen aufzudecken, müßte man zu den Bausteinen der Moleküle herabsteigen, ohne zu wissen, wo man schließlich stehen bleiben würde.

Die beobachtbaren Gesetze hängen demnach von zwei Dingen ab: von den Molekulargesetzen und von der Verteilung der Moleküle. Die Molekulargesetze sind es, denen Unveränderlichkeit zukommt; sie sind ja die wahren Gesetze und

die beobachtbaren nur scheinbare. Die Anordnungen der Moleküle aber können sich ändern und mit ihnen die beobachtbaren Gesetze. Dies wäre eine Ursache, an die Veränderlichkeit der Gesetze zu glauben.

Ich nehme eine Welt an, deren Bestandteile eine so vollkommene Wärmeleitfähigkeit besitzen, daß sie stets im Temperaturgleichgewicht sich befinden. Die Bewohner dieser Welt hätten keine Vorstellung von dem, was wir Temperaturdifferenz nennen; in ihren Abhandlungen über Physik gäbe es kein Kapitel über Thermometrie. Abgesehen hiervon könnten diese Abhandlungen ziemlich vollständig sein; sie würden eine Menge von Gesetzen lehren, die zum Teil noch einfacher wären, als die unseren.

Stellen wir uns nun vor, daß diese Welt sich durch Strahlung langsam abkühle; die Temperatur wird überall gleichförmig verteilt bleiben, sie wird aber im Lauf der Zeit sinken. Angenommen, ein Bewohner dieser Welt verfalle in einen Schlaf, aus dem er nach Jahrhunderten erwacht; wir wollen, da wir schon so vieles angenommen haben, auch noch die Möglichkeit einräumen, daß er auch in der etwas kälteren Welt zuleben vermöchte und sich die Erinnerung an den früheren Zustand bewahrt haben würde. Er würde sehen, daß seine Nachkommen fortfahren, physikalische Abhandlungen zu schreiben, daß auch sie nicht von Temperaturmessung reden, daß aber die Gesetze, die sie lehren, durchaus verschieden sind von jenen, die er kannte. Ihn zum Beispiel hatte man gelehrt, daß Wasser unter einem Drucke von 10 mm Quecksilbersäule kocht; die neuen Physiker aber würden beobachten, daß, um es zum Kochen zu bringen, der Druck bis auf 5 mm herabgesetzt werden muß. Körper, die er einst flüssig kannte, werden sich nunmehr im festen Zustande vorfinden und so fort. Die gegenseitigen Beziehungen der Bestandteile dieser Welt, die von der Temperatur abhängen, werden, da diese sich geändert hat, durchaus umgestoßen sein.

Sind wir nun aber sicher, daß es nicht irgendeine physikalische Größe gibt, die uns ebenso unbekannt ist, wie die Temperatur den Bewohnern jener eingebildeten Welt? Wissen wir, ob jene Größe sich nicht stetig ändert, wie die Temperatur einer Kugel, die ihre Wärme durch Strahlung verliert, und ob nicht diese Änderung eine Änderung aller Naturgesetze nach sich zieht?

Kehren wir zurück zu unserer vorgestellten Welt und fragen wir uns, ob ihre Bewohner, auch ohne auf die Geschichte der Schläfer von Ephesus zurückzugreifen, imstande wären, jene Veränderung wahrzunehmen. So vollkommen die Wärmeleitfähigkeit auf ihrem Planeten auch sei, so wird sie doch zweifellos nicht absolut sein, so daß Temperaturdifferenzen, wenn auch außerordentlich geringe, immer noch möglich sein werden. Sie würden lange Zeit der Beobachtung entgehen, aber es käme vielleicht der Tag, wo man noch empfindlichere Meßapparate ersinnen und wo ein genialer Physiker diese fast unmerklichen Unterschiede der Beobachtung zugänglich machen würde. Eine Theorie würde aufgestellt werden, man würde erkennen, daß diese Temperaturabweichungen Einfluß auf alle physikalischen Erscheinungen haben, und schließlich würde irgendein Denker, dessen Auffassung den meisten seiner Zeitgenossen gewagt und kühn erscheinen würde, die Behauptung aussprechen, daß die mittlere Temperatur der Welt sich im Laufe der Vergangenheit geändert haben könne, und mithin auch alle damit in Verbindung stehenden Naturgesetze.

Können wir selbst nicht auch eine ganz ähnliche Sache erleben? Die Grundgesetze der Mechanik zum Beispiel wurden lange Zeit hindurch als absolut betrachtet. Heute sagen manche Physiker, daß sie geändert, oder vielmehr erweitert werden müssen; daß sie nur mit großer Annäherung richtig sind für die Geschwindigkeiten, an die wir gewöhnt sind; daß sie aber aufhören werden, es zu sein für Geschwindigkeiten, die mit der Lichtgeschwindigkeit vergleichbar sind; und sie stützen ihre Auffassungsweise auf gewisse, mit Hilfe des Radiums gewonnene Erfahrungen. Die alten Gesetze der Bewegungslehre bleiben nicht weniger praktisch richtig für die Welt, die uns umgibt. Wird man nun nicht mit einem Anschein von Berechtigung sagen können: Zufolge der steten „Zerstreuung" der Energie müssen die Geschwindigkeiten der Körper die Neigung zeigen, abzunehmen, da ihre lebendige Kraft sich in Wärme verwandeln will; geht man also weit genug in die Vergangenheit zurück, so muß man auf eine Zeit stoßen, wo Geschwindigkeiten von der Größenordnung der Lichtgeschwindigkeit durchaus nichts Außergewöhnliches waren, wo daher die klassischen Gesetze der Mechanik keine Geltung hatten?

Nehmen wir andererseits an, die beobachtbaren Gesetze seien nur Mittelwertsgesetze, welche in gleicher Weise von den molekularen Gesetzen, wie von der Anordnung der Moleküle abhängig sind. Wenn uns einmal der Fortschritt der Wissenschaft mit jener Abhängigkeit wird näher bekannt gemacht haben, dann werden wir ohne Zweifel und zwar auf Grund der Molekulargesetze selbst schließen können, daß die molekulare Anordnung einstmals von der gegenwärtigen verschieden gewesen sein mußte, und daß daher die beobachtbaren Gesetze nicht stets dieselben bleiben können. Wir werden daher die Veränderlichkeit der Gesetze folgern, aber wohlbemerkt, es wird dies gerade auf Grund des Prinzips ihrer Unveränderlichkeit geschehen. Wir werden behaupten, daß die scheinbaren Gesetze sich geändert haben, aber es wird geschehen, weil man die Molekulargesetze, die man hinfort als die wahren Gesetze ansehen wird, als unveränderlich erklären wird.

So gibt es kein einziges Gesetz, von dem wir mit Gewißheit aussprechen könnten, es sei stets wahr gewesen in der Vergangenheit mit derselben Annäherung wie heute; ja ich möchte noch weiter gehen und sagen: es gibt kein Gesetz, von welchem wir mit Gewißheit behaupten könnten, es sei einstmals nicht ungültig gewesen. Und trotzdem wird nichts den Forscher davon abbringen können, sich seinen Glauben an das Prinzip der Unwandelbarkeit der Gesetze zu bewahren, da niemals ein Gesetz auf den Rang eines Übergangsgesetzes wird herabsinken können, ohne von einem allgemeineren und umfassenderen Gesetze abgelöst worden zu sein; es wird niemals gestürzt werden können vor der Thronbesteigung des neuen Gesetzes, so daß es nie zu einem Interregnum kommen wird und die Prinzipien gewahrt bleiben werden; ihnen zu Liebe wird man den Wechsel vornehmen und alle Veränderungen werden sie nur auf das Augenfälligste bekräftigen.

Es wird selbst das sich nicht ereignen, daß man Veränderungen durch Erfahrung oder Induktion feststellen und hinterher sich bemühen wird, sie durch eine mehr oder weniger künstliche Synthese zu erklären. Nein, die Synthese wird zuerst kommen, und wenn wir Veränderlichkeiten einräumen, so wird es geschehen, um sie aufrechtzuerhalten.

Es scheint, daß wir uns bisher nicht so sehr mit der Frage, ob die Gesetze sich wirklich ändern, beschäftigt haben, als vielmehr mit der Frage, ob sie der Mensch als veränderlich ansehen kann. Sind nun die Gesetze, insofern wir sie uns als außerhalb des Geistes, der sie geschaffen und beobachtet hat, bestehend vorstellen, also an sich unveränderlich? Die Frage ist nicht nur unlöslich, sondern sie hat überhaupt keinen Sinn. Was hat es für einen Zweck, die Frage aufzuwerfen, ob in der Welt der „Dinge an sich" sich die Gesetze mit der Zeit ändern können, zumal in einer solchen Welt der Zeitbegriff vielleicht gar keinen Sinn hat? Von dieser Welt können wir überhaupt nichts aussagen außer das Eine, wie sie mit Geist begabten Lebewesen erscheint oder erscheinen könnte, deren geistige Veranlagung nicht wesentlich von der unseren abwiche.

Die Frage läßt aber noch eine Lösung zu. Fassen wir zwei denkende Wesen ins Auge, die uns ähnlich sind und die Welt in zwei verschiedenen Zeitpunkten beobachten, die beispielsweise durch Millionen von Jahren voneinander getrennt sind, so wird jeder dieser beiden Denker sich eine Wissenschaft aufbauen, die ein System der von den beobachteten Tatsachen abgeleiteten Gesetze darstellen wird. Es ist wahrscheinlich, daß diese beiden Wissenschaften außerordentlich verschieden geartet sein werden, und in diesem Sinne würde man sagen können, daß die Gesetze sich verändert haben. So groß aber auch die Abweichungen wären, man könnte sich stets eine Intelligenz von gleicher Art wie die unsere aber von tieferem Einblick oder längerer Lebensdauer vorstellen, die imstande wäre, einen Zusammenhang herzustellen, und beide Forschungsergebnisse in einer einzigen Formel zu vereinigen. Diese würde beide näherungsweisen und bruchstückhaften Formeln ganz in sich enthalten, zu denen die beiden erwähnten Forscher in der kurzen Zeitspanne, die ihnen zu Gebote stand, gekommen waren.

Für diesen Geist werden die Gesetze sich nicht geändert haben, die Wissenschaft wird ihm unwandelbar erscheinen, lediglich die beiden Forscher wird er als unvollkommen unterrichtet hinstellen.

Um einen geometrischen Vergleich zu wählen, wollen wir annehmen, man könnte den ganzen Verlauf durch eine analytische Kurve darstellen. Jeder von uns kann nur ein außerordentlich kleines Stück der Kurve überblicken; würde er es exakt kennen, so würde es für ihn hinreichen, um die Gleichung der Kurve aufzustellen, und um sie beliebig weit verlängern zu können. Aber man hat nur eine unvollkommene Kenntnis dieses Bogenstücks, und kann sich daher über die Gestalt der Gleichung täuschen; sucht man die Kurve zu verlängern, so wird der von uns geführte Linienzug sich von der wirklichen Kurve unterscheiden, und zwar um so mehr, je kürzer das bekannte Bogenstück ist, und je weiter man die Kurve von jener Stelle aus fortführen will. Ein anderer Beobachter würde nur ein anderes Bogenstück und zwar ebenso unvollkommen kennen.

Gesetzt, die beiden Forscher haben ein beschränktes Dasein und sind einer weit vom anderen gestellt, dann werden die beiden Linienverlängerungen sich kreuzen und nicht zusammenstimmen; aber ein Beobachter von längerer Lebensdauer, der ein längeres Kurvenstück unmittelbar beobachten könnte, wäre trotzdem imstande, die beiden Bogenstücke zu einem einzigen zusammenzufassen, er wäre imstande, eine genauere Formel aufzustellen, welche die beiden voneinander abweichenden Formeln zu einer Übereinstimmung brächte; und so verwickelt die wirkliche Kurve auch sei, stets wird es eine analytische Kurve geben, die in einem beliebig großen Bereich von jener um weniger als einen vorgegebenen Betrag abweicht.

Ohne Zweifel wird es viele Leser befremden, daß ich immer wieder den Weltverlauf durch ein System einfacher Symbole zu ersetzen trachte. Dies ist nicht bloß etwa eine Berufsgewohnheit des Mathematikers; die Natur des Gegenstandes zwingt mich aber durchaus zu diesem Vorgehen. Die Bergsonsche Welt hat keine Gesetze; die Welt, die Gesetze besitzt, ist bloß das mehr oder weniger umgeformte Bild, das sich die Gelehrten von ihr gebildet haben. Wenn man sagt, daß die Natur von Gesetzen beherrscht wird, so meint man, daß dieses Bild noch hinreichend mit ihr übereinstimmt. Und nur dieses Bild dürfen wir zum Gegenstand unserer Überlegung machen, wenn wir nicht Gefahr laufen wollen, daß sich sogar der bloße Begriff des Gesetzes verflüchtigt, der unserer Untersuchung zugrunde liegt. Dies Bild aber ist zerlegbar; man kann es in seine Elemente zerlegen, man kann diese oder jene äußeren Momente, unabhängige Bestandteile unterscheiden. Wenn ich das Bild auf das Äußerste vereinfacht und die Zahl seiner Bestandteile möglichst herabgesetzt habe, so bedeutet das nur einen graduellen Unterschied; es ändert aber nichts an der Natur und der Tragweite meiner Betrachtungen; nur die Darstellung wurde dadurch kürzer.

Der gestirnte Himmel im Monat März 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

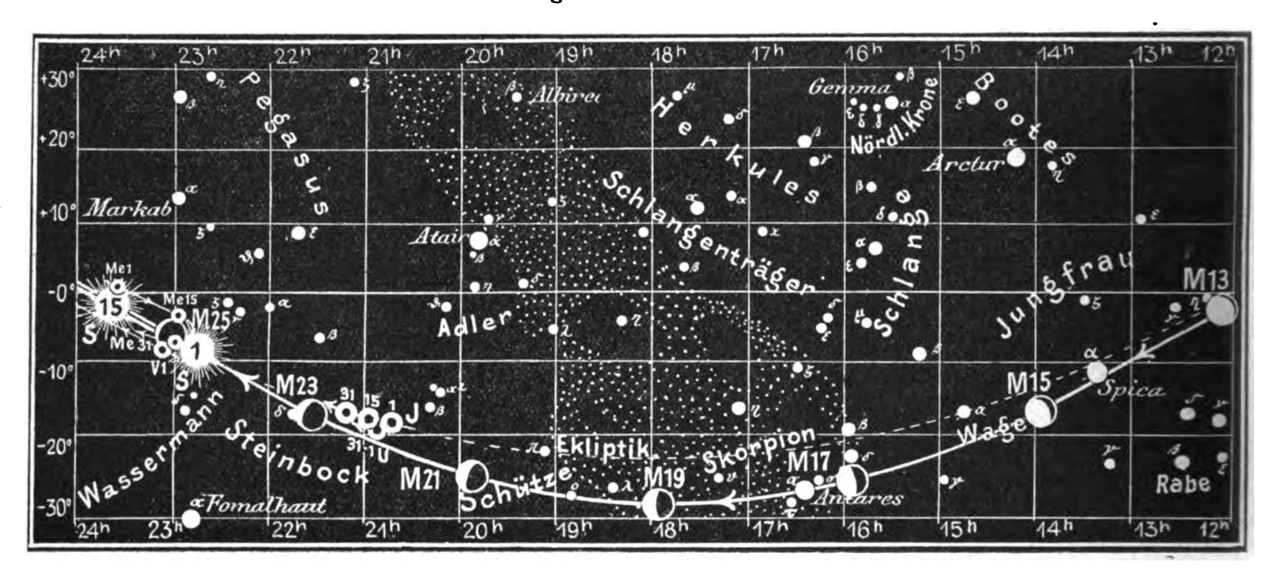
Die Strahlensysteme auf dem Monde

Zur Zeit des Vollmondes treten eigenartige helle Streifen, sogenannte „Strahlensysteme", auf dem Monde deutlich hervor, welche in verschiedenen Richtungen, von einzelnen Kratern ausgehend, die ebenen Mondmeere durchziehen, aber auch über Erhöhungen wie Gebirgsstöcke und Vertiefungen wie Kraterlöcher hinweggehen. Manche dieser rätselhaften Gebilde verlaufen gradlinig, manche erscheinen schwach gekrümmt; alle nehmen an Breite allmählich ab. Niemals durchsetzen sie sich, aber oft laufen sie sogar parallel nebeneinander her.

Die langen Strahlen, welche vom Tycho ausgehen, sind schon mit einem gewöhnlichen Opernglase zu erkennen. Einige von ihnen erstrecken sich bis 1000 km Länge, ja sogar einer über die ganze sichtbare Mondfläche. Das zweitgrößte Strahlensystem nimmt seinen Ausgangspunkt vom Kopernikus; ein Ausläufer zieht sich nach Norden in das Mare Imbrium bis zum hohen Pico hinab. Noch ein drittes Strahlensystem, das sich vom Kepler bis zum Raimer hin erstreckt, ist wegen der Ebenheit seiner Umgebung sehr günstig wahrzunehmen, zunächst erstrecken sich diese Strahlen aus einem dunkelgrauen Nimbus, der den Krater ringförmig umgibt. Nicht so bedeutende Strahlensysteme wie die drei genannten gehen vom Aristarch, Byrgius, Anaxagoras und Olbers, noch weniger ausgebildete vom Proklus, Tymocharis, Aristillus, Euler, Mayer u. a. aus. Mit der Kraft des Fernrohres wächst ständig die Zahl der sichtbaren Strahlensysteme. In unserem großen Fernrohr sehen wir bei noch vielen anderen Kratern kleinere Strahlensysteme und besonders hellere und dunklere Partien in der Nähe der Krater, die vermutlich ihren Ursprung in diesem selbst haben. Mit der Frage, was nun eigentlich diese Strahlensysteme bedeuten, haben sich sowohl Mädler wie Schmidt, die beiden bekannten Mondforscher, eingehend beschäftigt. Die Ansicht Schröters, daß es Bergadern oder gar Bergketten sind, ebenso wie die Ansicht Hevels, der ihnen besondere Namen als „Montes" gab, sind schon deshalb hinfällig, weil sie bei niedrigem Sonnenstande in der Nähe der Schattengrenze niemals sichtbar werden. Wären es Erhöhungen, so müßten sie um diese Zeit einen Schatten werfen; da sie jedoch am deutlichsten im Vollmondlicht erglänzen, so ist es wohl am wahrscheinlichsten, daß es eine dünne, in früheren Zeiten von den Kratern ausgeworfene Asche-

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

oder Staubschicht ist, die, als noch Atmosphäre auf dem Monde vorhanden war, von dem jeweilig vorherrschenden Winde über weite Strecken in bestimmte verschiedene Richtungen geführt wurde und sich allmählich auf den Boden des Mondes abgesetzt hat. Die Ansicht, welche C. H. Plant in „Nature", 1914, Januar 15, S. 550 äußert, daß wir es in diesen Streifen mit Lavaergüssen zu tun haben, muß zurückgewiesen werden, da ein von einem Krater sich ergießender Lavastrom nicht über Gebirge hinwegziehen kann, sondern in seinem Laufe durch solche Hindernisse beeinflußt sein müßte. Die Beobachtung ergibt aber das Gegenteil. Da in letzter Zeit mit Sicherheit Änderungen auf dem Monde festgestellt worden sind, so müssen wir die endgültige Lösung der Frage nach dem Wesen dieser interessanten Lichtstrahlen einer zukünftigen genauen Überwachung dieser Gebilde, die sehr anzuempfehlen ist, überlassen.

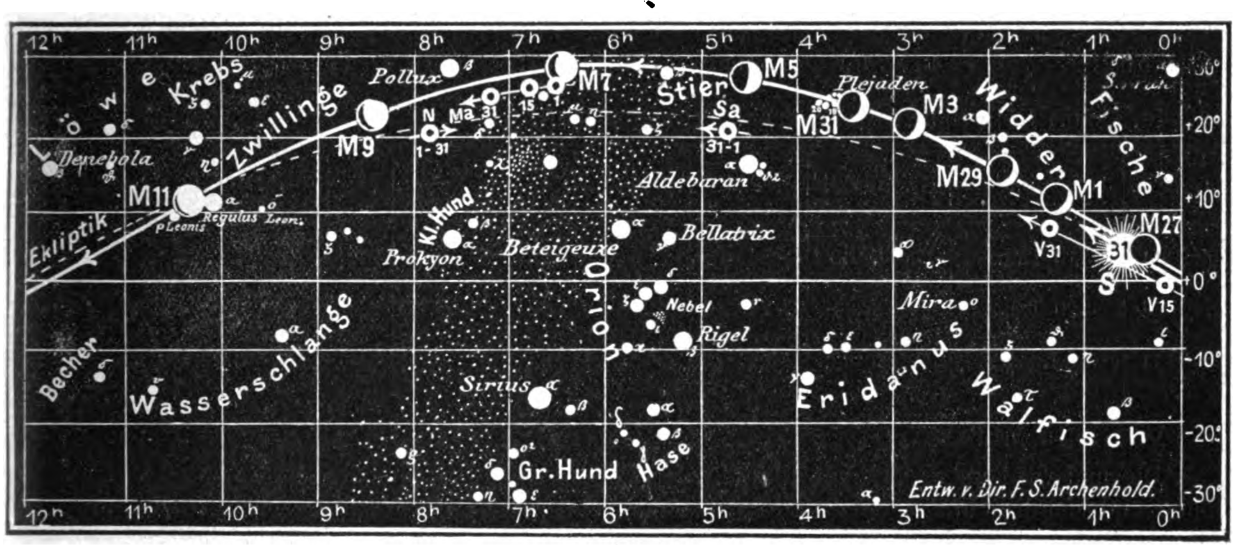
Die Sterne

Anfangs März durchzieht die Milchstraße abends 10 Uhr den westlichen Teil des Himmels. Folgen wir ihrem Zuge vom Süden nach Norden, so erblickt unser Auge der Reihe nach die hellen Sterne Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Beteigeuze und Rigel im Orion, Castor und Pollux in den Zwillingen, Aldebaran im Stier, Capella im Fuhrmann und Deneb im Schwan. Unter allen hellen Sternen, die in Europa sichtbar sind, ist Sirius nicht nur der hellste sondern auch der uns nächste Stern. Das Licht braucht nur $8^1/_2$ Jahre vom Sirius zu uns oder in anderen Worten: würde Sirius durch irgend eine Katastrophe jetzt plötzlich zerstieben, so würde er erst im Jahre 1922 als Stern an unserem nächtlichen Himmel erlöschen. Er nähert sich in jeder Sekunde der Erde um 5 km und hat in einer Entfernung von 1500 Millionen km einen Begleiter, der ihn in 50 Jahren umläuft und von der Erde aus nur 7″ vom Sirius entfernt erscheint. Da der Begleiter nur den 5000. Teil des Lichtes vom Sirius selbst aussendet, so ist er nur mit großen Fernrohren zu sehen. Sirius ist etwa 3 Mal so schwer wie unsere Sonne, während der lichtschwächere Prokyon im kleinen Hund 5 Sonnenmassen gleichkommt.

Das Spektrum des Sirius enthält auffallend starke Wasserstofflinien, und da die Linien der anderen Metalle fast ganz fehlen, jedenfalls gegen die des Wasserstoffes in auffallender Weise zurücktreten, so müssen wir annehmen, daß die Gase in der Atmo-

für den Monat März 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

sphäre des Sirius noch sehr wenig abgekühlt sind, was auch mit dem Resultat übereinstimmt, daß unter allen Sternen der Siriustypus die höchste Temperatur aufweist. Unter 34 Sternen, die uns am nächsten stehen, finden sich nur 9 Siriussterne und 25, deren Spektrum dem unserer Sonne ähnlich ist, sodaß wir schließen können, daß sich ihre Gashüllen, wie die der Sonne, schon in einem abgekühlteren Zustande befinden.

Auf der östlichen Himmelshälfte finden wir noch die hellen Sterne Regulus im Löwen, Spika in der Jungfrau, Arkturus im Bootes und Wega in der Leier.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $22^3/_4{}^h$ bis $^1/_2{}^h$), deren Fleckentätigkeit jetzt wieder eingesetzt hat, erweist sich immer mehr als der Sitz gewaltiger elektromagnetischer Vorgänge. Schon die Stärke und Unregelmäßigkeit der irdischen magnetischen Erscheinungen in den Zeiten, in denen die Zahl der Sonnenflecken zunimmt, deuten darauf hin, daß die oberen Schichten der Erdatmosphäre und vielleicht auch der Raum zwischen Sonne und Erde ein erhöhtes elektrisches Leitvermögen besitzt. Es läßt sich immer noch nicht entscheiden, ob dieses erhöhte Leitvermögen im Planetenraum die Wirkung oder Ursache der als Sonnenflecken sich bemerkbar machenden Sonnenstörungen ist. Es ist nicht anzunehmen, daß die Sonne ständig negative Teilchen ausstoßen kann, ohne sich selbst positiv zu laden, es müßte sich zum mindesten ein Überschuß positiver Elektrizität auf der Sonne ansammeln, der sich in wirksamen Entladungen bemerkbar machen müßte. Eine ständige Überwachung der Magnetnadel, welche jetzt an vielen Punkten der Erde in den erdmagnetischen Instituten vorgenommen wird, ist wohl das beste Untersuchungsmittel, um uns weiteren Aufschluß über diese wichtige Frage zu verschaffen.

Am 21. März 1^h nachmittags erreicht die Sonne den Äquator, und hiermit wird zum ersten Mal im Jahre der Tag wieder der Nacht an Länge gleich, der Frühling beginnt. Da dies im Zeichen des Widders geschieht, so heißt dieses Zeichen auch das Frühlingszeichen.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
März 1	$-7°\ 49'$	$6^h\ 57^m$ morgens	$5^h\ 42^m$ nachm.	$29^3/_4{}^0$
- 15	$-2°\ 22'$	$6^h\ 25^m$ -	$6^h\ 7^m$ -	35^0
- 31	$+3°\ 55'$	$5^h\ 47^m$ -	$6^h\ 35^m$ -	$41^1/_2{}^0$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. März von 2 zu 2 Tagen eingetragen; seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel:	März 5	6^h morgens	Letztes Viertel:	März 18	$8^1/_2{}^h$ abends
Vollmond:	- 12	$5^1/_4{}^h$ morgens	Neumond:	- 26	$7^1/_4{}^h$ abends

Im Monat März finden drei Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
März 3/4	19 Tauri	4,4	$3^h\ 40^m$	+ 24° 12′	$12^h\ 51^m,2$ nachts	65°	$1^h\ 41^m,0$ morgens	279°	Monduntergang $1^h\ 31^m$ morgens
- 4	20 Tauri	3,9	3 41	+ 24 6	$1^h\ 3^m,9$ morgens	92	$1^h\ 54^m,5$ morgens	252	
- 11	ϱ Leonis	3,8	10 28	+ 9 45	$4^h\ 34^m,4$ morgens	69	$5^h\ 8^m,4$ morgens	350	Monduntergang $6^h\ 17^m$ morgens

Partielle Mondfinsternis in der Nacht vom 11. zum 12. März 1914

Diesmal wird unser Trabant zur Zeit der Vollmondphase, wenn die Erde zwischen Sonne und Mond steht, in den Schatten der Erde einrücken. Die Verfinsterung wird in Europa, Afrika, Arabien, dem Atlantischen Ozean, Amerika und dem östlichen Teile des großen Ozeans sichtbar sein. Die Größe der Verfinsterung beträgt in Teilen des Durchmessers 0,92, sodaß die wunderbaren Farbenerscheinungen, welche oft bei den totalen Mondfinsternissen zu beobachten sind, voraussichtlich auch diesmal auftreten werden. Es ist dies um so eher zu erwarten, als das Licht des kleinen noch von direkten Sonnenstrahlen getroffenen Teiles des Mondes auch durch den Halbschatten der Erde gemindert werden wird. In Berlin findet die erste Berührung des Mondes mit dem Kernschatten der Erde um $3^h\ 42^m,2$ nachts, die Mitte der Verfinsterung um $5^h\ 13^m,3$ und das Ende um $6^h\ 44^m,4$ früh statt. Der Positionswinkel des Eintritts beträgt vom Nordpunkt gezählt 88°, der des Austritts 333°. Da der Mond in Berlin bereits um $6^h\ 29^m$ früh untergeht, so wird das Ende der Verfinsterung nicht mehr zu beobachten sein. In den Äquatorgegenden des großen Ozeans steht der Mond um die Zeit der Verfinsterung im Zenit, sodaß auch das Ende des Phänomens von den dort um diese Zeit sich aufhaltenden Schiffen beobachtet werden kann.

Die Planeten

Merkur (Feld $23^1/_2{}^h$ bis 23^h), wird schon in den ersten Tagen des Monats wieder unsichtbar, seine Entfernung beträgt am 31. März 114 Millionen km und sein scheinbarer Durchmesser 8″,6. Am 24. März, abends 5 Uhr, tritt Merkur in Konjunktion mit dem Mond.

Venus (Feld 23^h bis $1^1/_4{}^h$) taucht wieder am 10. März am Abendhimmel im Westen aus den Sonnenstrahlen heraus und ist Ende des Monats bereits eine halbe Stunde lang sichtbar. Sie tritt am 27. dieses Monats, abends 11 Uhr in Konjunktion mit dem Monde; ihre Entfernung beträgt am 31. März 250 Millionen km von der Erde und ihr scheinbarer Durchmesser hat die Größe von 10″.

Mars (Feld $6^1/_2{}^h$ bis $7^1/_4{}^h$) ist am Ende des Monats nur noch $7^1/_2$ Stunden nach Eintritt der Dunkelheit sichtbar und rückt aus der Milchstraße heraus in die Nähe des hellen Sternes Pollux in den Zwillingen. Seine Entfernung nimmt im Monat März um 42 Millionen km zu und beträgt am 31. bereits 183 Millionen km. Sein Durchmesser ist Ende des Monats nur noch 7″,6 groß.

Jupiter (Feld $20^3/_4{}^h$ bis $21^1/_4{}^h$), der Riesenplanet, ist in der ersten Hälfte des Monats früh morgens im Südosten $^1/_4$ Stunde und am Ende des Monats bereits $^1/_2$ Stunde lang sichtbar. Seine Entfernung beträgt am 31. März 830 Millionen km und sein Polardurchmesser 32″,5.

Saturn (Feld $4^3/_4{}^h$), steht Anfang März bei Anbruch der Dunkelheit schon hoch im Meridian im Sternbilde des Stiers, oberhalb des rötlichen Sternes Aldebaran, der mit Saturn und den Plejaden ein rechtwinkliges Dreieck bildet. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt bis auf 5 Stunden am Ende des Monats ab, so daß er schon um Mitternacht unter den Horizont verschwindet. Seine Entfernung beträgt am 31. März 1396 Millionen km und sein Durchmesser 17",3. Mit dem Monde tritt er am 5. März 4 Uhr morgens in Konjunktion, sodaß alsdann das Sternbild des Stiers mit seinen beiden Gästen, dem Saturn und Mond und dem darunter liegenden Orion einen prachtvollen Anblick darbietet.

Uranus (Feld $20^3/_4{}^h$) ist infolge seiner Sonnennähe noch immer ungünstig zu beobachten. Seine Entfernung beträgt Ende des Monats 3049 Millionen km.

Neptun (Feld $7^3/_4{}^h$) ist trotz seiner Entfernung von 4441 Millionen km in den großen Fernrohren wegen seiner hohen Stellung am Himmel oberhalb des kleinen Hundes im Sternbilde der Zwillinge zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

März	5.	4^h morgens.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
-	7.	4^h morgens.	Mars in Konjunktion mit dem Monde.
-	22.	10^h vormittags.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
-	24.	5^h abends.	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
-	27.	11^h abends.	Venus in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Die durch den Mond hervorgerufene Schwankung des Erdmagnetismus ist seit 1839 bekannt. Das Maximum des täglichen Mondeinflusses tritt ein, wenn der Mond im Horizont steht, das Minimum bei seiner oberen und unteren Kulmination, und zwar für die Deklination genau, für die Horizontalintensität weniger genau. Sodann gibt es eine monatliche Periode des Mondeinflusses auf den Erdmagnetismus, bei der die Deklination des Mondes und das Mondalter eine Rolle spielt. Dabei konnte aber nach den bisherigen Feststellungen die Wirkung des Mondes wie auch die der Sonne keine direkt magnetische sein, weil diese eine Stärke der magnetischen Sonnen- oder Mondkraft voraussetzen würde, die unmöglich ist. Beim Monde ist solch Einfluß wegen seiner sehr viel geringeren Aktivität überhaupt kaum vorauszusetzen, und sein Einfluß wird daher nur als ein den Sonneneinfluß hemmender angesehen. Neuerdings hat sich W. van Bemmelen in Batavia mit dem Mondeinfluß auf den Erdmagnetismus beschäftigt, und die Ergebnisse in der „Meteorologischen Zeitschrift" (1912 H. 5 S. 218 ff.) niedergelegt. Die Rechenarbeit bei solchen Untersuchungen ist sehr groß, wir können uns ihr nicht im einzelnen anschließen, sondern begnügen uns damit, die Ergebnisse zusammenfassend wiederzugeben. Danach hat die Ursache des Mondeinflusses ihren Sitz etwa zur Hälfte innerhalb, zur anderen Hälfte außerhalb der Erde, und zwar ist der innere Teil etwas größer als der äußere. Die Anschauung von Schuster, daß die Variation ihre Ursache in elektrischen Strömen hat, die in den höchsten leitenden Luftschichten infolge ihrer Bewegung durch das Feld des permanenten Erdmagnetismus induziert werden, findet bei der Mondschwankung insoweit eine Bestätigung, als sich in dieser Hinsicht die von der Sonne und vom Monde herrührenden Luftdruckschwankungen den entsprechenden magnetischen Schwankungen gleichartig verhalten. Die von der Sonne und vom Monde herrührenden Schwankungen haben beide eine primäre Ursache innerhalb der Erde, die für die beiden Erdhalbkugeln verschieden zu sein scheint. Wahrscheinlich ist die Ursache ein elektrisches Stromfeld; sie hat wohl ihren Sitz in der Erdkruste und nicht in den tieferen Erdschichten.

Aus der Meteorologie der oberen Atmosphärenschichten. Aus den Ballon- und Drachenaufstiegen zu Glossop Moor in Derbyshire hat Miß Margaret White bemerkenswerte Ergebnisse über die Windstärke und die Windrichtung in verschiedenen Höhen abgeleitet. Es lagen die Beobachtungen von einigen Tausend Aufstiegen während zweier Jahre vor. Danach ist die Zunahme der Windstärke vom Erdboden ab zuerst sehr rasch sodann nimmt sie ab. Die Zunahme ist im Winter rascher als im Sommer, und bei niedrigem Barometerstande rascher als bei hohem. Bei östlichen Winden ist die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe kleiner als bei westlichen und nördlichen. Mit zunehmender Höhe dreht sich der Wind im allgemeinen im Sinne des Uhrzeigers. Ein Südwind wird also mit zunehmender Höhe westlicher,

ein Nordwind östlicher. Die Drehung ist für Südwind ein Maximum, für Nordwind ein Minimum.

Die Windgeschwindigkeit bleibt im allgemeinen unter der nach der Rechnung bestimmten; in der Höhe von 630 m erreicht sie sie aber. Diese Höhe hängt sehr von der Jahreszeit und der Windrichtung ab.

Auch die Temperaturverteilung hat Fräulein White aus den Beobachtungen abgeleitet. Dabei ergab sich die Temperatur in Graden

Höhe	Boden	500	750	1000	1250	1500	1750	2000 m
im Mittel zu . . .	9,0	7,6	5,9	4,2	3,0	2,0	1,2	0,4

Der Temperaturgradient für 100 m betrug:

			im Sommer				
in der Antizyklone	.	0,98	0,82	0,56	0,41	0,43	0,37	0,41
- - Zyklone . .	.	1,03	0,87	0,72	0,66	0,56	0,50	0,45
			im Winter				
- - Antizyklone	.	0,60	0,53	0,55	0,41	0,36	0,40	0,38
- - Zyklone . .	.	0,73	0,69	0,68	0,66	0,61	0,61	0,52

Diese Änderung der Gradienten mit der Windstärke und mit der Temperatur am Boden ist gering, bei höheren Temperaturen ist sie etwas größer. Die Temperaturumkehrungen treten am häufigsten bei hohem Barometerstande und bei Südwestwind auf; sie sind natürlich im Winter und bei Nacht am häufigsten.

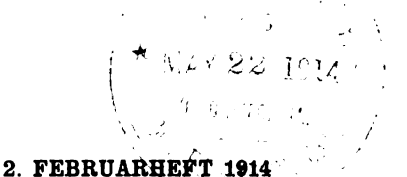
Die Verläßlichkeit der Wetterprognosen. Die amtlichen Wetterprognosen, auf die man bei der Post abonnieren kann, sind sicher so gut, wie sie unter den obwaltenden Umständen gemacht werden können, und dennoch wird sehr darüber geklagt, daß sie unzuverlässig seien. Alle Beteiligten leiden darunter, sowohl der Meteorologe wie diejenigen, die seine Prognosen benutzen. Richtet sich der Benutzer auf die Prognose ein, so kann ihm passieren, daß er mattgesetzt wird. Frhr. von Myrbach macht daher in der „Meteorologischen Zeitschrift" 1913 Heft 10, einen sehr beachtenswerten Vorschlag. Er meint, es sei naheliegend, anzugeben, welchen Grad Wahrscheinlichkeit die Prognose besitzt. Manche Prognose ist praktisch eine Gewißheit, z. B. dann, wenn die Treffwahrscheinlichkeit 95 bis 99 % beträgt, andere Wetterlagen lassen hingegen nur eine Treffsicherheit von 50 % zu. Der Meteorologe hat die Möglichkeit zu erkennen, welches Maß von Zuverlässigkeit seine Prognose besitzt, der Benutzer jedoch nicht. Daher ist es nach dem Vorschlage des genannten Herrn erforderlich und genügend, der Prognose vier Gradbezeichnungen hinzuzufügen: 1. sehr große Wahrscheinlichkeit (fast Sicherheit), 2. große Wahrscheinlichkeit, 3. minder große Wahrscheinlichkeit, 4. geringe Wahrscheinlichkeit. Erst durch diese Charakterisierung bekäme die Vorhersage einen Wert und könnte zu einer brauchbaren und volkstümlichen Einrichtung werden. — Seit der ersten derartigen Anregung des genannten Herrn bei der Wiener Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ist der Prognose einmal die Bemerkung zugefügt worden: „Prognose sehr fraglich". Sogleich griffen die Zeitungen die Sache auf und glossierten sie. Das ist für eine Behörde zwar eine unangenehme Sache, aber es liegt trotzdem noch kein Grund vor, deshalb der Wahrheit nicht die Ehre zu geben. Man braucht bloß erklären zu lassen, daß eben bei dem jetzigen Stande der wetterkundlichen Wissenschaft und unserer Einrichtungen eine bessere Prognosestellung noch nicht möglich ist. Jeder, der sich mit der Wettervorhersage beschäftigt, wird das einsehen und bei der Jugend der meteorologischen Wissenschaft dafür Verständnis haben. Es wäre zugleich die Möglichkeit einer Propaganda für die weitere Ausbildung der Wissenschaft durch Bereitstellung größerer Mittel gegeben. Denn von der Wichtigkeit der Sache braucht man niemanden mehr zu überzeugen. L

Personalien

Der Astronom Sir David Gill, früherer Direktor der Kapsternwarte, der sich durch seine zahlreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Stellarastronomie verdient gemacht hat, ist in London gestorben. Als Gill im Jahre 1896 unsere Sternwarte besuchte, nahm er an der Konstruktion unseres großen Fernrohres ein besonderes Interesse, das sich auf alle Einzelheiten, wie neue Art der Axenlagerung, Aufhebung der Durchbiegung, Kugellager etc., bezog.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Reduktionen von Längenmessungen

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

Nach dem Reichsgesetz vom 26. April 1893 gilt als deutsches Urmaß derjenige von dem Prototyp des Meters abgeleitete Maßstab, der durch die Internationale Generalkonferenz für Maße und Gewichte dem Deutschen Reich als nationales Prototyp überwiesen ist. Dieses deutsche Urmaß wird bei der kaiserlichen Normaleichungskommission in Berlin aufbewahrt und besteht aus einer Legierung von 90 % Platin und 10 % Iridium. Der Stab weist 2 Striche auf, deren Entfernung von einander bei der Temperatur des schmelzenden Eises den Maßwert angibt. Aus dem Urmaß werden durch die Normaleichungskommission sogenannte „Normalmaßstäbe“ abgeleitet, die nach ihrer Genauigkeit in der Maßangabe als „Urmaßkopien“, „Hauptnormale“, „Kontrollnormale“ und „Gebrauchsnormale“ ausgegeben werden.

Während nun die preußische Landesvermessung (Abteilung des Großen Generalstabs) für die genauesten grundlegenden Längenmessungen, die sogenannten Basismessungen[1]), Meßstangen benutzt, deren Längen auf die Besselsche Toise zurückgehen, beziehen sich in der praktischen Landmeßkunde die Maßstäbe auf das oben genannte Urmaß der Normaleichungskommission. Für genaue Messungen werden dabei fast ausschließlich Latten aus Holz von je 5 m Länge benutzt. Da dem Holz durch Temperatur- und meteorologische Einflüsse Längenänderungen anhaften, bestimmt die „Eichordnung“, daß derartige Meßwerkzeuge nur dann Verwendung finden dürfen, wenn ihre Länge innerhalb 8 mm mit dem richtigen Maßwert übereinstimmt. Die Normaleichungskommission hat sich hierüber in einer Veröffentlichung[2]) eingehend geäußert, der folgendes entnommen sei:

„Die in § 3 der Eichordnung unter A. III. bei Werkmaßstäben aus Holz für 5 m Länge vorgeschriebene Fehlergrenze von 4 mm beruht auf eingehenden Erwägungen über die bei derartigen Maßstäben im gewöhnlichen Verkehr stattfindende Veränderlichkeit und über die bei der Anwendung solcher Werkmaßstäbe im öffentlichen Verkehr in Anbetracht aller Umstände überhaupt zu beanspruchende Genauigkeit. Erfahrungsgemäß sind gewöhnliche hölzerne Werkmaßstäbe von 5 m Länge den Wirkungen der Feuchtigkeit sowohl in Bezug auf Streckung und Zusammenziehung als auf Verziehung in so hohem Maße unterworfen, daß die Minimalforderung der Genauigkeit bei der Eichung von 4 mm,

[1]) S. den Aufsatz „Basismessungen“ in Heft 13 und 14 dieser Zeitschrift, Jahrg. 13

[2]) Mitteilung der kaiserlichen Normaleichungskommission vom 5. November 1873 in der „Zeitschrift für Vermessungswesen“ 3. Bd., S. 99/100, Stuttgart 1874. S. auch „Fehlergrenzen der eichpflichtigen Gegenstände“ von A. Baumann, Berlin 1887

welcher eine zulässige Fehlergrenze im Verkehr von 8 mm entspricht, als eine der gewöhnlichen Eigenschaften des Materials durchaus entsprechende bezeichnet werden muß. Wir haben selbst über die Veränderlichkeit gewöhnlicher hölzerner Maßstäbe direkte Erfahrungen gesammelt, als deren Resultat wir angeben können, daß sogar bei Maßstäben dieser Art von relativ guter Einrichtung, nämlich Fichtenkern mit hartem Holz allseitig fourniert, durch verschiedene Grade der Feuchtigkeit Schwankungen der Länge von 2 bis 3 mm hervorgerufen werden können. Wir geben dagegen zu, daß durch gewisse Vorsichtsmaßregeln, z. B. durch Auswahl sehr geeigneten Holzes von großem Querschnitt und durch einen guten Ölfarbenanstrich diese Abhängigkeit der Holzmaßstäbe von der Feuchtigkeit verringert werden kann. Die von uns angesetzte Fehlergrenze für Werkmaßstäbe, welche nach dem Obigen im Verkehr für Fünfmeterstäbe die Einhaltung einer Genauigkeit von nahezu $^1/_{600}$ verbürgen soll, dürfte jedoch für alle Bedürfnisse des gewöhnlichen Maßverkehrs so ausreichend sein, daß wir es nicht für zweckmäßig erachtet haben, von den betreffenden Maßstäben solche Eigenschaften und Einrichtungen zu verlangen, vermöge deren die oben erörterte Veränderlichkeit in engere Grenzen eingeschränkt werden könnte."

Diese Ausführungen der Normaleichungskommission scheinen die Verwendbarkeit hölzerner Meßlatten für genaue Messungen in der praktischen Geodäsie in Frage zu stellen. In der Tat verlangen Messungen bei Stadtpolygonisierungen und bei geometrischen Aufnahmen von Grundstücken mit hohen Bodenpreisen Meßwerkzeuge, denen ganz erheblich größere Genauigkeiten innewohnen müssen, als sie im Vorstehenden den Holzlatten beigelegt werden. Daß sie trotzdem bei den genauesten Messungen in der Landmessung Verwendung finden, wird nur durch dauernde Prüfung der Latten auf einem Meßlattenvergleichungsapparat (Komparator) und eine diesbezügliche Reduktion der Messungsergebnisse ermöglicht. Dieses Verfahren ist so ausgebildet worden, daß Messungsergebnisse mit erstaunlichen Genauigkeiten erzielt worden sind. Es sei an die Bonner Basismessung vom Jahre 1892 erinnert (behandelt im oben genannten Aufsatz über Basismessungen), bei der sich als Ergebnis der Messung mit Holzlatten von je 5 m Länge mit Millimeterablesungen eine Gesamtlänge der Basisstrecke zu 1405,004 m und als Ergebnis der Messung mit dem Brunnerschen und Besselschen Basisapparat mit Ablesungen von Tausendstelmillimetern zu 1405,006 m ergab.

Ein Meßlattenvergleichungsapparat ist ohne große Kosten herzustellen. Als Beispiel der Einrichtung und Wirkungsweise eines solchen Komparators sei der kürzlich im Vermessungsamt der Stadt Berlin-Schöneberg zur Prüfung von Holzmaßstäben von je 5 m Länge aufgestellte Apparat beschrieben. Er weist einige Verbesserungen gegen den in diesem Amt bisher benutzten auf. Bevor wir auf den Komparator selbst eingehen, seien zunächst die Hilfswerkzeuge genannt, das sind 1 Paar Normalmaßstäbe und 1 Paar Meßkeile. Die Normalmaßstäbe müssen nach den Vorschriften der preußischen Katasterverwaltung (vom 25. Oktober 1881), in deren Bereich alle Messungen zur Sicherung des grundbuchmäßigen Eigentumsbestandes ausgeführt werden, mindestens die Genauigkeit der anfangs erwähnten „Gebrauchsnormale" im Sinne des § 51 der Eichordnung vom 16. Juli 1869 besitzen und als solche mit einem dazu gehörigen Beglaubigungsschein der kaiserlichen Normaleichungskommission versehen sein. Die beiden Normalmeter der Stadt Berlin-Schöneberg stammen aus der Werkstätte von C. Bamberg in Berlin-Friedenau. Sie sind aus Stahl gefertigt, haben qua-

dratischen Querschnitt und sind mit schneidenartig abgeschrägten Enden versehen. Die Stäbe tragen Bezeichnungen der Werkstätte und der Normaleichungskommission. Die im Jahre 1905 ausgeführte Prüfung der Stäbe ergab für die Abstände der durch Strichmarken gekennzeichneten Mitten der Endschneiden gemäß dem Prüfungsschein folgende Werte:

$$\text{Stab No. } 6034^{a} = 1 \text{ m} - 0{,}01 \text{ mm} + 0{,}011 \ (T - 18^{0}) \text{ mm},$$
$$\text{Stab No. } 6034^{b} = 1 \text{ m} - 0{,}03 \text{ mm} + 0{,}011 \ (T - 18^{0}) \text{ mm}.$$

T bedeutet die jeweilige Temperatur in Graden der internationalen hundertteiligen Temperaturskala. Nach Mitteilung der Normaleichungskommission ist der mittlere Längenfehler der Stäbe auf 0,01 bis 0,02 mm zu veranschlagen.

Die Meßkeile bestehen aus ungefähr 2 cm starken Bronzekeilen, von denen der eine auf der abgeschrägten Seite in der Mitte mit einer Nullmarke, der andere mit einer Teilung (Nullstrich in der Mitte) versehen ist. Bei Gegenüberstellung der beiden Nullstriche ergänzen sich die Meßkeile auf der Ober- und Unterfläche zu einem 2 cm breiten und 6 cm langen Rechteck. Werden nun die Keile an ihren Schrägflächen verschoben, so ist die Vergrößerung oder Verkleinerung ihrer Gesamtbreite mit Hilfe der Nullmarke und der Teilung meßbar. Es ist nur erforderlich, die mit ungefähr 2 cm angegebene Breite der Meßkeile bei Gegenüberstellung beider Nullmarken als 1. Meßkeilkonstante genau festzustellen, sodann als 2. Konstante den Wert der Abstände auf der Teilung. Diese Konstanten werden mit Hilfe eines Schraubenmikrometers von 1 mm Ganghöhe und $^{1}/_{100}$ mm Teilwert zu 20,05 mm (1. Konstante) und zu 0,2 mm (2. Konstante = Teilwert der Skala) ermittelt. Man ist also imstande, mit den Meßkeilen Zwischenräume von ungefähr 16 bis 24 mm auf Zehntelmillimeter durch Ablesung und auf Hundertstelmillimeter durch Schätzung genau zu messen.

Der Komparator selbst besteht aus einer Eisenschiene und 2 bronzenen Schneiden. Die Eisenschiene ist rechtwinklig gebogen und an einer Wand derart angebracht, daß eine 8 cm breite Konsole von ungefähr 5,30 m Länge entsteht. An den Enden dieser Eisenkonsole sind hammerförmige und mit Schneiden versehene Bronzeteile unabhängig von der Eisenschiene in die Wand eingelassen. Die Schneiden stehen senkrecht und lassen zwischen sich einen Raum von ungefähr 5,02 m Länge frei. Dieser Schneidenabstand wird nun mit Hilfe der Normalmeter und der Meßkeile genau gemessen. Die sich ergebende Entfernung ist die Konstante des Komparators. Zu deren Bestimmung werden die beiden Normalmeter erstmalig an die linke Schneide des Komparators in wechselnder Reihenfolge angelegt, wobei der Zwischenraum zwischen der Endschneide des Normalmeters bei der fünften Lage und der rechten Komparatorschneide mit den Meßkeilen gemessen wird. Dieser Beobachtung wird eine zweite in umgekehrtem Sinne zugeordnet. Das Mittel der Messungen, die mehrmals zu wiederholen sind, ergibt die Entfernung zwischen den Komparatorschneiden (Komparatorkonstante). Zur genauen und sicheren Meßkeilablesung dient an beiden Komparatorenden elektrische Beleuchtung.

Mit Hilfe dieser 3 Konstanten ist nun die Bestimmung der Länge einer 5 m langen Meßlatte leicht durchzuführen. Man legt die Latte auf die Eisenkonsole und läßt zunächst das eine Lattenende die linke Schneide des Komparators berühren und mißt den rechten Zwischenraum zwischen Lattenende und rechter Komparatorschneide mit den Meßkeilen. Dasselbe wird im umgekehrten Sinne wiederholt. Man führt dann mehrere Beobachtungsreihen durch.

Diese Prüfung der Meßwerkzeuge hat in bestimmten Zeiträumen, besonders aber bei jedem Witterungswechsel, zu geschehen. Durch Einführung der Prüfungsergebnisse in die mit den Latten gemessenen Längen werden bemerkenswerte Genauigkeiten erzielt. So ergab sich bei der Polygonisierung eines Teiles des Gebiets der Stadt Berlin-Schöneberg der mittlere Längenfehler zu $\pm$ 44 mm auf 1 km Länge.[1])

Will man außer Achtlassung der Messungsfehler einwandsfreie Resultate bei Längenmessungen erzielen, so sind abgesehen von der Reduktion der Latten auf das Normalmaß noch 2 andere Reduktionen an den Ergebnissen der Längenmessungen anzubringen. Diese beiden seien im folgenden kurz angegeben.

Wir sahen bereits, daß die Längen der Normalmeter sich auf das internationale Meter beziehen. Nun besteht aber die Vorschrift des Zentraldirektoriums für Vermessungen im preußischen Staate, daß alle größeren staatlichen Vermessungen an das trigonometrische Netz der königlichen Landesaufnahme anzuschließen sind. Wie oben kurz erwähnt, hat nun die Landesaufnahme ihren Triangulationen Basisstrecken zu Grunde gelegt, deren Längen mit Hilfe des Besselschen Basisapparates gemessen wurden, dessen Längeneinheit durch die Besselsche Pendeltoise gebildet wird. Die Umwandlung der Besselschen Toise in das internationale Metermaß ist vom preußischen geodätischen Institut in Potsdam ausgeführt und in dem Werk „die europäische Längengradmessung in 52° Breite“ (Berlin 1893, S. 225 bis 230) niedergelegt worden. Es ergab sich, daß das Meter der preußischen Landesaufnahme, das aus der Besselschen Toise abgeleitet ist, um 0,000013355 mm größer ist als das internationale Meter. 1 Meter der Landesaufnahme ist also = 1,000013355 internationales Meter. Die Landesaufnahme hat daher in ihrem amtlichen Werk „Die Königlich Preußische Landestriangulation, Hauptdreiecke IX. Teil“, Berlin 1897, folgende Vorschrift erlassen:

„Behufs Reduktion auf das internationale für das Deutsche Reich gesetzlich gültige Metermaß (Reichsgesetz vom 26. April 1893) muß sämtlichen in Metern ausgedrückten Zahlenwerten der trigonometrischen Abteilung die Konstante + 58,0 Einheiten der 7. Dezimalstelle des Logarithmus hinzugefügt werden“. 0,00000580 ist der Logarithmus zur genannten Reduktionszahl 1,000013355. Würde also eine unter Verwendung der trigonometrischen Punktbestimmungen der Landesaufnahme mit 1000 m Länge fehlerfrei bestimmte Linie mit Meßlatten gemessen, die aus der Normaleichungskommission hervorgegangen sind, so müßte sich unter Annahme einer fehlerfreien Messung und fehlerfreier Meßwerkzeuge eine Länge von 1000,013 m ergeben. Die Zurückführung der Messungsergebnisse auf die grundlegenden Triangulationen der Landesaufnahme verlangt demnach eine Reduktion sämtlicher Längen im angegebenen Sinne.

Hierzu kommt die Reduktion der Messungsergebnisse auf die Normalnullfläche (Besselsches Erdellipsoid), auf welche die von der Landesaufnahme bestimmten Positionswerte (geographische Koordinaten) bezogen sind. Zur Erläuterung dieser Reduktionen diene das Beispiel der Stadtvermessung von Berlin-Schöneberg. Die mittlere Geländehöhe der Stadt ist auf + 40 m über N. N. in 52° 29′ nördl. Breite und der mittlere Erdradius für Berlin-Schöneberg auf ungefähr 6382886 m anzunehmen. Als Reduktionszahl ergibt sich daher

[1]) Über Genauigkeiten bei Längenmessungen mit Holzstäben von 5 m Länge gibt Professor Jordan im „Handbuch der Vermessungskunde“, Bd. II, Seite 57 bis 77, ausführliche Mitteilungen. Siehe auch die in Frage kommenden Aufsätze in der „Zeitschrift für Vermessungswesen“.



$$-\frac{40\ \mathrm{m}}{6383\ \mathrm{km}} = -6{,}3\ \mathrm{mm\ auf\ 1\ km.}$$

Hierzu kommt der Wert — 13,4 mm auf 1 km als Reduktion des internationalen Meters auf das Meter der Landesaufnahme, sodaß sich als Gesamtreduktion — 13,4 — 6,3 = — 19,7 mm auf 1 km für Berlin-Schöneberg ergibt.

Es ist selbstverständlich, daß wegen der unvermeidlichen Messungsfehler diese Längenreduktion für Zwecke der praktischen Geodäsie nur theoretische Bedeutung hat. Ungemein praktische Bedeutung hat jedoch wegen der erheblichen Längenänderungen des Holzes die Zurückführung sämtlicher Längenmessungen auf das Normalmaß mit Hilfe des beschriebenen Meßlatten-Komparators.

Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

Sichtbarmachung der Bahnen von Strahlen radioaktiver Stoffe:

Bekanntlich senden radioaktive Stoffe Strahlen verschiedener Art aus: α-Strahlen, also positiv geladene Heliumatome, β-Strahlen oder Elektronen, d. h. negative elektrische Elementarquanten, und γ-Strahlen, Vibrationen im Lichtäther. Es ist ja auch bekannt, wie man bereits seit längerer Zeit in der Lage ist, einzelne Strahlen in ihren Wirkungen, z. B. Auftreffen auf einen Fluoreszenzschirm sichtbar zu machen. Vor kurzem ist es nun auch C. T. R. Wilson gelungen, die Bahnen dieser Strahlen unmittelbar zu zeigen. Er ging dabei folgendermaßen vor:

Es ist schon seit R. v. Helmholtz bekannt, daß in wasserdampfgesättigter Luft keine Kondensation von Wasserdampf in Form von Nebelbläschen eintritt, wenn diese ausgedehnt oder in der Temperatur erniedrigt wird, falls nicht geeignete Körper vorhanden sind, an die sie sich anlagern können. In gewöhnlicher Luft sind es Staubteilchen, in ganz staubfreier Luft tritt dabei jedoch eine Übersättigung mit Wasser ohne Nebelbläschenbildung ein. Es entsteht indessen eine solche, sowie in der Luft elektrisch geladene Gasatome, Ionen, vorhanden sind.

Davon ging Wilson aus. Er stellte sich ein geeignetes Gefäß her, das er mit feuchter Luft füllte, die er durch Vergrößerung des ihr zur Verfügung stehenden Raumes momentan ausdehnen konnte. Ließ er in diesen Raum Strahlen radioaktiver Stoffe fallen, so stießen z. B. die α-Teilchen auf die Gasatome der Luft, ionisierten diese durch den Stoß, an diesen bildete sich erst ein Nebelbläschen, das wieder neue veranlaßte usw., bis in dem Gefäß eine Nebelwolke war. Wilson richtete seine Beobachtungsanordnung nun so ein, daß er in einem bestimmten Augenblick die feuchte Luft sich ausdehnen ließ; sofort danach fielen die Radiumstrahlen in dieses Gefäß, und unmittelbar danach blitzte ein elektrischer Funke auf, der das Licht lieferte, um den Inhalt des Ausdehnungsgefäßes zu photographieren. Was ging nun vor sich? Zuerst bildeten sich in der feuchten Luft keine Nebel. Sodann fielen die Radiumstrahlen hinein, ionisierten die Luftmoleküle, auf die sie trafen, und an diesen bildeten sich zunächst Nebelbläschen. Sowie sich die allerersten Bläschen gebildet hatten, blitzte bereits der Funke auf, und das Nebel-

gebilde war dann photographisch festgelegt. Mit anderen Worten, es hatten sich nur auf den Bahnen der Strahlen Nebeltröpfchen gebildet. Die Bahnen der Strahlen waren durch eine Folge von Nebelbläschen dargestellt. Durch besondere Vorkehrungen konnte er nun die Bahnen der einzelnen Strahlenarten getrennt erhalten.

Hat das nun aber, abgesehen von den überwundenen experimentellen Schwierigkeiten einen weitergehenden Wert? Doch! Die α-Strahlen zeigten lange gradlinige Striche, und man sah, daß sie die Luft besonders stark ionisieren. Unterbrechungen der Linien waren nicht zu sehen. Am Schluß ihrer Bahn, — sie haben ja nur eine begrenzte Reichweite — fiel es auf, daß sie häufig einen starken Knick zeigten; offenbar ein Zusammenstoß mit einem Luftmolekül, das bei seiner bereits niedrigen Geschwindigkeit eine Ablenkung aus seiner Bahn verursachte. Besonders interessant ist eine Aufnahme, bei der die α-Strahlen nicht von einem festen Radiumpräparat ausgehen, sondern von der gasförmigen Emanation, von der ein wenig in das Ausdehnungsgefäß hineingebracht war. Da gehen die Strahlen ganz unregelmäßig kreuz und quer durcheinander, wie gerade die einzelnen Atome zerfallen.

Ganz anders ist das Bild bei den β-Strahlen. Sie ionisieren die Luft merklich weniger, infolgedessen sehen ihre Bilder viel unregelmäßiger aus, unterbrochen usw. Sie werden leichter durch Zusammenstöße mit Luftmolekülen aus ihren Bahnen abgelenkt, infolgedessen sind diese durchaus nicht geradlinig, sondern unregelmäßig gewunden.

Endlich die γ-Strahlen. Wenn man ein schmales Bündel dieser durch das Ausdehnungsgefäß fallen läßt, sieht man von ihnen keine Bahnspuren. Sie selbst ionisieren die Luft überhaupt nicht. Aber von den von ihnen getroffenen Luftmolekülen gehen β-Strahlen aus, welche die Luft ionisieren; infolgedessen sieht man überall auf ihrem Wege, und von diesem ausgehend nach außerhalb zu, etwas entfernt von dem eigentlichen Weg der γ-Strahlen, die typischen wurmförmigen Gebilde der β-Strahlen. Die Bahn des γ Strahlenbündels kennzeichnet sich also nur durch eine Häufung von β-Strahlen.

So gelangte man auf diesem Wege zu einer objektiven Darstellung des Ionisierungsvermögens der Radiumstrahlen. Man konnte teilweise die auf ihren Bahnen erzeugten Ionen zählen und fand Übereinstimmung mit anders erhaltenen Ergebnissen.

Bestimmung des elektrischen Elementarquantums

Man wird wohl häufiger, vielleicht nicht immer ohne Grund, den Eindruck gewonnen haben, daß Messungen, bei denen irgendwie die Wirkung von Elektronen in Frage kam, mit anderen Messungen physikalischer Art nicht ganz gleichwertig sind, sondern ihnen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit nachstehen. Daß aber auch an Elektronen heute bereits Messungen höchster Genauigkeit möglich sind, lehren umfassende Versuche von Millikan, der sich schon lange Zeit mit der genauen Messung der winzigen Elektrizitätsmenge beschäftigt, die ein Elektron ausmacht.

Seine Messungsmethode besteht kurz in folgendem: Eine geeignete Flüssigkeit, z. B. ein Öl oder Quecksilber, wird in ganz feine Tröpfchen zerstreut, die nun in der umgebenden Luft langsam zu Boden sinken. Für sie gelten nicht mehr die gewöhnlichen Fallgesetze, da die Reibung der Luft an ihnen den Fall merklich verzögert. Eine theoretische Behandlung ihres Fallgesetzes führte zu

der sogenannten Stokesschen Formel, die vielfach experimentell nachgeprüft, indessen noch nicht vollständig unbestritten ist. Wurde nun ein Luftraum, in dem sich einige solche Tröpfchen befanden, mit Röntgen- oder anderen Strahlen bestrahlt, so wurde er ionisiert, und einzelne oder mehrere elektrische Elementarquanten lagerten sich an diese Tröpfchen an. Auf diesen ionisierten Luftraum wurde ein starkes Mikroskop gerichtet, und er wurde intensiv beleuchtet, so daß man im Mikroskop die Öltröpfchen hell leuchtend langsam herabsinken sah. Dieses Herabsinken wurde dann verlangsamt oder zur Umkehr gebracht, in Steigen verwandelt, indem man oberhalb und unterhalb zwei Metallplatten anbrachte, die man auf geeignete Spannungen lud, mit anderen Worten, indem man das Herabsinken der Tröpfchen zwischen den Platten eines elektrischen Kondensators stattfinden ließ. Die Anziehung bezw. Abstoßung der Tröpfchen, die man durch Änderung der Spannung ändern konnte, beeinflußte die Geschwindigkeit. Beobachtete man ein bestimmtes Tröpfchen im Mikroskop, so konnte man es durch geeignete Änderung der angelegten Spannung stundenlang bald fallen und bald sinken lassen. Nach Beobachtung der Bewegungsgeschwindigkeit hatte man dann alle Daten an der Hand, um ausrechnen zu können, welche elektrische Ladung das Teilchen mit sich führte. Es kann das ja nur ein ganzes Vielfaches der elektrischen Elementarladung, und die kleinste erhaltene Zahl mußte die Einheit dieser Ladung sein.

Es sei nun kurz zusammengestellt, welche Fehlerquellen Millikan zu berücksichtigen hatte. Daß zunächst die Fallgeschwindigkeit, d. h. also die durchlaufene Strecke und die dazu erforderliche Zeit genau bestimmt werden mußte, bedarf wohl keiner Erwähnung. Sodann mußte aber die Reibung der Luft an den Körperchen genau bekannt sein, was man mittels des Koeffizienten der inneren Reibung der Luft berücksichtigen kann. Dieser wurde gesondert neu bestimmt, insbesondere noch der Einfluß der Temperatur auf ihn. Sodann muß für jedes Tröpfchen, das der Beobachtung unterzogen wird, der Halbmesser beobachtet werden. Das kann man während der Messung selbst ausführen, wenn man ihn rückwärts mit einem angenäherten Wert des Elementarquantums berechnet. Es läßt sich zeigen, daß dieses Verfahren ausreichend genau ist. Endlich ist nachzuprüfen, ob nicht ein elektrisch geladenes Tröpfchen nach anderen Gesetzen fällt als ein ungeladenes, ob die flüssigen Öltröpfchen sich genau wie die dem Stokesschen Gesetz zu Grunde gelegten festen Kügelchen verhalten, und nicht während des Falls verzerrt werden, und ob die Dichte der Öltröpfchen die gleiche wie die des benutzten Öles, oder ob sie nicht durch die Oberflächenspannung merklich verändert ist.

So war eine ganze Menge Vorfragen zu erledigen, ehe zur eigentlichen Messung geschritten werden konnte. Diese wurde an 58 verschiedenen Tröpfchen ausgeführt und gab dann als Wert der Elementarladung $4{,}774 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten, mit einer Unsicherheit von nur $\pm 0{,}009$ Einheiten. Aus dieser Zahl läßt sich auch unter Benutzung der international festgelegten elektrischen Einheiten die Anzahl der Atome in einem Grammolekül berechnen, und man findet dafür $6{,}062 \cdot 10^{23}$, mit einer Unsicherheit von $\pm 0{,}012$. Auch die Anzahl der Atome in einem Kubikzentimeter eines idealen Gases bei 0° und 760 mm Barometerstand läßt sich daraus berechnen, und ergibt $2{,}705 \cdot 10^{19}$.

Man sieht also, daß beide Werte nunmehr mit einer recht hohen Genauigkeit bestimmt sind. Millikan schätzt seine Beobachtungen auf etwa 15 mal

genauer ein, als alle bisher vorliegenden, und er findet, daß die bis jetzt als zuverlässig erkannten Messungen innerhalb der Genauigkeit, die sie zulassen, gut mit seinen Ergebnissen übereinstimmen.

Radioaktivität anderer als der Radioelemente

Bald nach der Entdeckung des Radiums und der anderen radioaktiven Stoffe fragte man sich, ob ähnliche Erscheinungen, also das ständige Aussenden von Strahlen, nicht auch bei anderen Elementen vorkommen. Es lag da natürlich nahe, zunächst die jenen chemisch nahestehenden Stoffe, die Erdalkalimetalle und die seltenen Erden daraufhin zu prüfen. Da hat sich nun herausgestellt, daß bei Cäsium, Natrium und Lithium Spuren einer Radioaktivität nicht vorhanden sind. Dagegen aber fanden Campbell und Wood solche bei Kalium und Rubidium. Bei beiden hat man gefunden, daß es ihnen speziell zukommende Eigentümlichkeiten sind, die nicht etwa durch Spuren fremder Beimischungen hervorgerufen werden. Denn es ist niemals gelungen, durch chemische Mittel irgendeinen Stoff abzusondern, der erhöhte Radioaktivität zeigte. Es ist dagegen aber auch nicht möglich gewesen, festzustellen, daß aus ihnen irgendwelche Umwandlungsprodukte entstehen, insbesondere Gase, wie die drei Emanationen. Gerade das Kalium als das häufiger vorkommende ist genauer untersucht worden.

Was die Art der Strahlung angeht, so wurde gefunden, daß Kalium β-Strahlen aussendet, also Elektronen; am nächsten kommt ihm von den bekannten Stoffen in der Strahlung das Uran X. Es sind stark durchdringende Strahlen, die auf 1 qcm der Oberfläche von Kalium einen Strom von etwa 10^{-18} bis 10^{-19} Ampères hervorrufen würden. Desgleichen ist die Strahlung des Rubidiums eine β-Strahlung, und zwar von weniger durchdringender Art als die des Kaliums. Die Elektronen werden von ihm mit einer Geschwindigkeit von etwa $1{,}85 \cdot 10^{10}$ cm in der Sekunde ausgeschleudert, also mit nahe zwei Drittel der Lichtgeschwindigkeit.

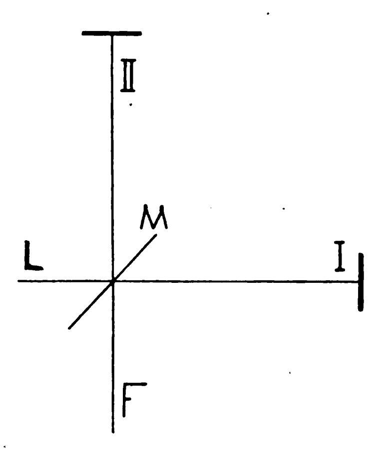
α-Strahlung, also fortgeschleuderte Heliumatome, ist bei beiden Stoffen nicht nachgewiesen. Das ist um so auffallender, als der natürliche Heliumgehalt der Kaligesteine dem widerspricht. Im Sylvin z. B. (Kaliumchlorid) ist in 100 g über ein halbes Kubikmillimeter Helium vorhanden.

Über die Radioaktivität dieser Stoffe weiß man also noch sehr wenig. Insbesondere weiß man noch nichts darüber, ob es sich hierbei um vollständig analoge Erscheinungen wie bei den andern bekannten Radioelementen handelt. Es ist jedenfalls höchst interessant, zu sehen, daß die merkwürdigen Erscheinungen der Radioaktivität in der Natur anscheinend weiter verbreitet sind, als man anfänglich zu glauben geneigt war.

Der Michelsonsche Versuch

Bereits Fizeau stellte Untersuchungen darüber an, ob der Lichtäther durch materielle Stoffe, die sich bewegen, mitbewegt wird, oder ob er dabei unbewegt bleibt. Zu diesem Zweck beobachtete er die Fortpflanzung des Lichts durch strömendes Wasser und fand, wie es auch Fresnel durch theoretische Überlegungen bestätigte, daß der Lichtäther mit dem strömenden Wasser mitgeführt wurde, und zwar mit einer merklich geringeren Geschwindigkeit als der Strömungsgeschwindigkeit des verwendeten Wassers. Das gleiche ergaben auch andere Versuche. Michelson wollte nun prüfen, ob auch die Lufthülle der Erde bei ihrer Bahn um die Sonne, die sie ja mit einer Geschwindigkeit von etwa 30 km in der Sekunde zurücklegt, den Äther mit sich reißt. Zu diesem Zweck

stellte er folgenden nebenstehend schematisch gezeichneten Versuch an. Er stellte zwei Spiegel I und II und eine planparallele Glasplatte M in der angegebenen Weise auf. Ein Lichtstrahl L fällt auf M, durchdringt sie zum Teil, fällt auf I, wird wieder nach M zurückgeworfen, und ein Teil dieses Lichts fällt in das Fernrohr F. Ein anderer Teil des Lichts beschreibt ähnlich den Weg M II F. M II und M I sind gleich lang und es bilden sich in F mit Rücksicht auf die Wellennatur des Lichts Interferenzstreifen, die beobachtet werden. Nun stehe der ganze Apparat so, daß M I von Westen nach Osten verlaufe und M II von Süden nach Norden. Der Lichtstrahl, der den Weg L M I M machen muß, wird eine gewisse Zeit brauchen, bis er von M wieder hierhin zurückkehrt, und infolge der Erdbewegung wird sich der Spiegel M ein wenig weiter bewegt haben, d. h. scheinbar ist der Weg M I ein wenig verändert, nehmen wir an, verlängert. Auch der Strahl M II wird infolge der Erdbewegung eine etwas andere Bahn beschreiben, als im Ruhezustand, und das Zusammenwirken beider Strahlen gibt ein bestimmtes Interferenzbild in F. Nun wird die ganze Anordnung so gedreht, daß M I in die Süd-Nord-Richtung fällt, und M II in Ost-West-Richtung. Jetzt wird, ähnlich wie oben, M II scheinbar verkürzt erscheinen, und bei M I eine Veränderung, wie vorher, die man als Aberration bezeichnen kann, eintreten. Der Erfolg muß also eine Verschiebung des Interferenzbildes sein. Diese kann man auf Grund der Fresnelschen Formeln berechnen, und da stellte Michelson fest, daß diese Verschiebung überhaupt nicht eintritt.



Der Äther wird bei diesem Versuch vollständig mit der Luft oder besser mit der Erde und ihrer Lufthülle, also völlig, mitgerissen, der Versuch verläuft genau so, als wenn die Erde vollständig ruhte! Diese Unstimmigkeit zu beseitigen, ist eine der Aufgaben der neuen Relativitätstheorie, auf die wir hier, da sie überdies an anderer Stelle erörtert wurde, nicht eingehen.

Gegen den Michelson-Versuch selbst sind große Bedenken erhoben worden; ob diese berechtigt sind, kann noch nicht endgültig entschieden werden; die Relativitätstheorie hat zahlreiche Anhänger, aber auch nicht unbedeutende Gegner; die Entscheidung aller dieser Streitfragen muß der Zukunft überlassen bleiben.

Kleine Mitteilungen

Über das „Erdlicht“. Die Versuche Newcombs, das Gesamtlicht aller Sterne zu bestimmen, fielen sehr unbefriedigend aus. In den Jahren 1907 und 1908 hat sich dann Yntema zu Borger in Holland mit derselben Angelegenheit beschäftigt und seine Untersuchungen zu folgenden Schlüssen zusammengefaßt:

1. Das Licht des Himmels in der Nachtzeit ist aus zwei Teilen zusammengesetzt; der eine Teil rührt von den Sternen direkt her, der andere von Prozessen, die sich in der Atmosphäre abspielen.

2. Der letztere Teil, das sogenannte „Erdlicht“, ist zum Teil bloß diffuses Sternenlicht, der Rest wird wahrscheinlich zum Teil oder als Ganzes von einem permanenten Nordlicht hervorgerufen.

3. Die allgemeine Helle des Himmels, gemessen durch die relative Helligkeit des Nordpoles, ist während der ganzen Nacht veränderlich.

4. Sie ändert sich von Nacht zu Nacht.
5. Die beobachtete Helligkeit nimmt gegen den Horizont an Intensität zu.

Die Messungen, die 1910 Abbot am Gipfel des Mount Whitney in Kalifornien in einer Höhe von 4420 m ausgeführt hat, stimmen mit Yntemas Ergebnissen überein, sie sind jedoch annähernd im Verhältnis von 7 zu 10 kleiner. Man kann daher vermuten, daß das Erdlicht eine allgemeine Erscheinung und besonders eine solche der höheren Luftschichten ist. Da es jedoch nicht gleichmäßig ist und mit der Zenitdistanz zunimmt, kann es nicht allein aus dem Himmelsraume stammen. Da man die grüne Nordlichtlinie $\lambda = 5770$ fast in jeder klaren Nacht beobachten kann, scheint ein dauerndes Nordlicht einen Teil zum „Erdlichte" beizutragen, allerdings nur einen Teil, denn wenn es ganz davon genährt würde, müßte es an den Polen am hellsten sein, was nicht zutrifft. Es müssen daher noch andere Lichtquellen existieren, über die W. J. Humphreys im „Astrophysical Journal" 35, Nr. 4, S. 273 fg., berichtet.

Die Erde bewegt sich auf ihrer Bahn im Weltraum wie um die Sonne nicht in einem leeren Raume, sondern dieser ist mehr oder weniger stark mit isolierten oder in Haufen vorkommenden Massenteilchen angefüllt. Infolge ihrer überwiegenden Masse zieht die Erde viele in die Nähe kommenden Stoffteilchen zu sich heran, die in der Atmosphäre nur zum Teil unter direkt sichtbaren Feuererscheinungen zerstieben und den Luftmantel mit feinstem kosmischen Staube schwängern. Da die Feuererscheinungen oder die Lichtentwicklung in beträchtlicher Höhe über dem Erdboden erfolgt, ist es klar, daß das durch dieses immerwährende Bombardement erzeugte Licht mit zunehmender Höhe über dem Horizont abnimmt.

Humphreys versucht auch eine Berechnung der Gesamthelligkeit des Erdlichts. Dabei darf nicht vergessen werden, daß dieses Licht sowohl nach oben wie nach unten ausstrahlt, sodaß es doppelt so stark ist wie es scheint. Yntema hat nun für die Helligkeit des Erdlichtes auf jeden Quadratgrad im Mittel $^1/_{10}$ der Helligkeit eines Sternes erster Größe gefunden, sodaß sich ein Vergleich mit dem Vollmondlicht ausführen läßt. Der Vollmond ist — 11,77. Größe, sodaß sein Licht gleich dem von 120 000 Sternen 1. Größe ist. Da er selbst $^2/_{10}$ eines Quadratgrades am Himmel bedeckt, ist er 5 . 120 000 . 10 = 6 000 000 mal so hell wie der Himmel durch das Erdlicht allein. Die Helligkeit des Vollmondes ist gleich einer Mattscheibe, die von 1200 Normalkerzen in einem Meter Entfernung beleuchtet wird. Also ist die Helligkeit des Erdlichtes 1200 : 6 000 000 = 0,0002 Meterkerzen. Wenn die Sonne im Zenit steht, ist sie 500 Millionen Mal heller; sie hat dann eine Helligkeit von 100 000 Meterkerzen.

Aus diesen Angaben läßt sich berechnen, wie groß die Energie sein muß, durch die das „Erdlicht" erzeugt wird. Die Sonne gibt in der Erdentfernung pro Minute und Quadratzentimeter 1,92 Kalorien ab. Sie erzeugt damit eine 500 Millionen mal größere Helligkeit. Da aber das Erdlicht nach innen wie nach außen strahlt, ist die zu seiner Erzeugung erforderliche Energie verhältnismäßig doppelt so groß anzunehmen wie bei der Sonnenstrahlung, die nur nach einer Seite geht. In Wirklichkeit ist die Energie für die Sonnenlichterzeugung also nur 250 Millionen Mal so groß. Die Sonnenstrahlung für die gesamte Erde würde also eine Energie von $4\pi R^2 . 1{,}92$ Cal. in der Minute bedeuten und für das Erdlicht den 250-Millionsten Teil. Rechnet man das um, so ergibt sich $27 . 10^{15}$ Erg. pro Sekunde. Soll diese Energie durch einschlagende Meteore aufgebracht werden, so muß man unter Annahme der beobachteten Größe deren Masse berechnen können. Die in die Erdatmosphäre eintretenden Massen scheinen als mittlere Geschwindigkeit diejenige „parabolische Geschwindigkeit" zu haben, die durch die Sonnenanziehung in der Erdentfernung hervorgerufen wird, und die beträgt ungefähr 42 kg/sec. Wenn eine Masse mit dieser fabelhaften Geschwindigkeit in die Erdatmosphäre eindringt, dann muß die gewaltige Geschwindigkeit sofort gehemmt und die lebendige Kraft in Wärme umgesetzt werden. Die dabei entstehenden Temperaturen betragen, wenn die Atmosphäre aus Wasserstoff bestünde, etwa 142 000°, bei Sauerstoff würden 2 266 000° entstehen. Wir können das natürlich nur rechnerisch angeben, denn mit so hohen Geschwindigkeiten können wir nicht experimentieren, weil wir sie nicht haben. Wie groß würde nun die Masse sein müssen, die das Erdlicht erzeugen könnte, wenn sie mit 42 km Sekundengeschwindigkeit in die Atmosphäre eindränge? Die Rechnung antwortet darauf: M = 3000 g in der Sekunde, oder da das Jahr rund $31^1/_2$ Millionen Sekunden hat, rund 100 000 Tonnen pro Jahr. Dieser Betrag ist etwa 300 Mal so groß wie der geschätzte Betrag der Materie aller sichtbaren Meteore. Das würde besagen, daß eben die kleineren Partikelchen sehr viel zahlreicher sind als die größeren, deren Erglühen wir in der leuchtenden Meteorbahn sehen können. Daß das in der Tat so sein kann, läßt sich schon aus dem Umstande schließen, daß 100 000 t pro Jahr noch immer ein dreimal kleinerer Betrag ist als der, den Young als obere Grenze angibt. Gegen die Masse der Erde ist das natürlich trotz der riesenhaften Menge doch nur ein kleiner Betrag, denn ehe die Erde durch diesen Gewinn einen Zuwachs ihres Halbmessers um nur einen einzigen Zentimeter erhielte, müßten nicht weniger als 200 Millionen Jahre vergehen.

Die frühere Ansicht von dem „leeren" Weltraum, die durch das Newtonsche Gesetz genährt oder wenigstens begünstigt wurde, ist glücklicherweise überwunden. Auch durch die Beschäftigung mit den Fragen über das Erdlicht und mit anderen kosmischen Problemen hat diese alte Ansicht starke Stöße erlitten. Wir denken uns jetzt den ganzen Weltraum erfüllt mit Meteoren und kosmischem Staube. So ist es auch kein Wunder, daß die Erde auf ihrer Wanderung durch das Weltall überall genug kosmisches Material findet, das sie einfangen kann und das höchstwahrscheinlich auch die Ursache dieses stetigen „Erdlichtes" ist. Wir stehen noch im Anfange der Untersuchungen; so steht also zu hoffen, daß wir bald mehr über dieses merkwürdige, bisher so wenig beachtete Phänomen erfahren werden. F. L.

Nervenerregende Winde. Aus Kapstadt werden durch den Arzt Dr. Gustav Heim, jetzt in Bonn, sehr merkwürdige physiologische und psychologische Erscheinungen berichtet, die sich auf die Wirkung des Südostwindes beziehen (Zeitschrift für Balneologie, Klimatologie und Kurort-Hygiene 1913, VII). Der Südost-Sturm in der Kapstadt, der vom Tafelberge herabkommt, heißt hier der „Kapdoktor". Er ist als „polare" Luftströmung ein kühler Wind, und soll merkwürdige nervenerregende Wirkungen besitzen, während der Nordwestwind, eine „äquatoriale" Luftströmung, solche Eigenschaften nicht hat. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß an der Südspitze des Kaplandes der warme Agulhasstrom vorbeigeht, während an der Westküste die Meerestemperatur für die Breite sehr niedrig ist. Wie sich diese Wirkungen äußern, läßt sich am besten aus einigen Proben beurteilen, die die Mitteilung Dr. Heims enthält.

Dr. med. A., Südafrikaner (med. Staatsexamen in Göttingen), 45 Jahre alt, seit sieben Jahren in Kapstadt. Regelmäßig, wenn der Südwest erscheint, fühlt er sich sehr reizbar und verstimmt, müde, unlustig zur Arbeit, mit Kopfdruck und starker Reizung des Auges bis zu Conjunctivitis (Bindehautentzündung) behaftet. Viele — so sagte er — bekommen bei Ostwind Kopfschmerz und werden dabei nervös. Er meint, es wären hier unter seinen Patienten mehr nervöse, als höher oben im Lande und in Hamburg, wo beiderorts er früher praktiziert hat. Er weiß, daß von anderen, auch englischen Ärzten, oben genannte Erregungserscheinungen beim Südostwind gleichfalls beobachtet wurden. Der andere Wind, der Nordwest, obschon auch gelegentlich sehr stürmisch, habe diese Eigenschaften nicht und sei angenehm. Dr. A. ist wohl etwas nervöser als früher, schreibt das jedoch der ärztlichen Tätigkeit zu, obschon er die Möglichkeit einer klimatischen Ursache zuläßt. Er fühlt sich im Winter besser, ist dann frischer und hat mehr Lust und Fähigkeit zur Arbeit. Die Arbeitskraft war auch in Deutschland größer, obschon ihn der Hamburger Nebel deprimierte.

Dr. med. F., Südafrikaner, 64 Jahre alt, 22 Jahre in Kapstadt, 18 Jahre lang als Schüler und Student in Europa und 16 Jahre lang in der Kapkolonie Arzt auf dem Lande, nämlich in dem 23 englische Meilen von der Kapstadt entfernten Paarl. Während des Südost klagen die meisten Leute über Kopfschmerzen und Verstimmung. Ihm selber geht es gewöhnlich so. Während des Südost fühlt er sich, auch im Zimmer, erschlafft, verstimmt und schwer im Kopf. Bei anderen Winden merkt er diese Beschwerden nicht, auch dann nicht, wenn sie im Sommer wehen. Im Winter kann man hier besser arbeiten als im Sommer, auch in Europa ist die Arbeitsfähigkeit größer, wovon er sich, während er inzwischen vier- bis fünfmal in Deutschland und in der Schweiz war, jedesmal überzeugt hat. In Paarl ist ihm dies und auch ein nachteiliger Einfluß des Südostwindes garnicht aufgefallen, auch kein derartiger Unterschied der Arbeitsfähigkeit im Sommer und im Winter. In Kapstadt aber klagen auch die Schüler und Examinanden darüber, und daher ist die Verlegung der Examina in den Dezember nicht gut. Die Engländer sprechen von „listless by the South Eastern" (verdrossen sein durch den Südost). F. ist nicht nervös.

Im Gegensatz dazu hat ein anderer Arzt die Belästigungen überhaupt nicht während, sondern allemal nur vor dem Sturm gehabt.

Dr. med. S., etwa 35 Jahre alt, von großem kräftigem Körperbau, Deutscher, seit 22. April 1903 in Kapstadt, hatte schon vom nächsten Sommer ab zwei Jahre lang unter dem Südost zu leiden. Bei stärkerem Winde aus dieser Richtung stellte sich fast regelmäßig Gemütsdepression, Müdigkeit, Launenhaftigkeit etwa einen Tag lang ein, aber nur vor dem Sturm, nicht während desselben. Andere Winde erzeugten diese Symptome nicht. Verschiedene Leute haben erzählt, daß sie bei dem Südost Kopfschmerz bekämen, was er an sich nicht bemerkt hat, weil er nicht dazu neigt. Als Chirurg behandelt er keine Nervenkrankheiten, meint aber doch, daß hier viel Nervöse seien. Auch werde man fauler und weniger leistungsfähig, dazu habe man mehr Schlafbedürfnis, besonders im Sommer, aber auch im Winter.

Wie das bei solchen Dingen zu sein pflegt, wo man auf die Aussagen vieler angewiesen ist, stellen sich auch manche Widersprüche ein. Dennoch kann man nicht annehmen, daß alle diese

Angaben, namentlich die von Ärzten, völlig aus der Luft gegriffen seien. Der Südost hat jedenfalls eine abkühlende Wirkung; Hitze tritt erst auf, wenn er und mit ihm die körperlichen Beschwerden meist schon wieder vorüber sind. Eine Folge von Hitze sind also die nervenaufpeitschenden Wirkungen nicht.

Bücherschau

Hoffmann, B., Mathematische Himmelskunde und niedere Geodäsie an den höheren Schulen. Mit 9 Fig. i. Text. Leipzig u. Berlin 1912, Druck u. Verlag von B. G. Teubner. (Abhandl. über d. mathem. Unterricht in Deutschland. Bd. III., H. 4.) 4° 468 S. Brosch. 2,00 M.

Der Inhalt dieser warm für eine fruchtbringende Behandlung des astronomischen Unterrichts in der höheren Schule eintretenden Schrift ist: I. Der Unterrichtsbetrieb in der Trigonometrie. II. Vorbegriffe der Himmelskunde. III. Die Hilfsmittel des Unterrichts. IV. Der Unterricht in der Himmelskunde. V. Niedere Geodäsie. Es ist nicht leicht, über die Abhandlung zu referieren, deshalb sei nur eins herausgegriffen, nämlich der in IV durch Photographie erbrachte Beweis, daß die Sonnenbahn am Himmelsgewölbe ein größter Kugelkreis ist. Solche Demonstrationen sind schlagender und wirken eindringlicher als stundenlange abstrakte mathematische Ableitungen. Möchte die Arbeit reformierend auf den mathematischen und physikalischen Unterricht an den Mittelschulen einwirken. L.

Weinschenk, Prof. Dr. Ernst, Grundzüge der Gesteinskunde. 1. Teil: Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 138 Textfiguren und 6 Tafeln. 8° (XII u. 274 S.) Freiburg 1913, Herdersche Verlagshandlung. 6,60 M, geb. in Leinwand 7,30 M.

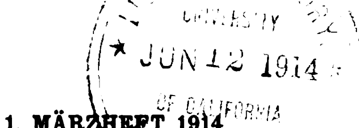
Die großen Fortschritte, die namentlich in der Lehre von der Verwitterung und vom Metamorphismus in den letzten Jahren gemacht worden sind, machten eine gründliche Umarbeitung und Erweiterung dieser Abschnitte gegen die 2. Auflage notwendig. Aber auch in den übrigen Kapiteln ist das Buch auf den neuesten Stand gebracht worden, und mehrere ganz neu eingefügte Kapitel tragen dem raschen Fortschritt Rechnung. Es ist anzuerkennen, daß Weinschenk mit dem System der Wiederholung althergebrachter wissenschaftlicher Abbildungen gebrochen hat. Und wie die Bilder selbst neu sind, aus dem aktuellen Thema geradezu herausgewachsen, bringt auch der Text in leichtverständlicher Sprache eine durchaus neue Wissenschaft, die eigentlich erst im Anfang des 20. Jahrhunderts begründet wurde und seither zielbewußt fortschreitend den zweifellos interessantesten Teil der Geologie und Petrographie dem Verständnis näher bringt. Die Ausstattung, die die Verlagsanstalt der neuen Auflage angedeihen ließ, ist vorzüglich.

Fuss und **Hensold, Lehrbuch der Physik für den Schul- und Selbstunterricht.** Gekürzte Ausgabe. Mit zalreichen Schülerübungen, vielen Rechenaufgaben, einer Spektraltafel in Farbendruck und 400 Textbildern. Elfte und zwölfte verbesserte Auflage. XX u. 450 S. Geb. 5,70 M. Freiburg i. Br. Herdersche Verlagshandlung.

Ein Vorzug des vorliegenden Buches sind die zahlreichen Aufgaben, die „Vergleiche" und „Rückblicke" sowie vor allem die gute Einrichtung, im Gesetz zuerst durch Beispiele, also lebendig, und dann erst allgemeiner zu begründen. Das Werk enthält zahlreiche eigene Figuren und ist bestrebt, viele Mitteilungen aus der Technik und aus den Anwendungen zu geben. Von der vielgerühmten Übersichtlichkeit kann ich mich angesichts der vielen angewendeten Schriftgrößen, Formeln und Zeichnungen, Sperrungen und Fettdrucke nicht überzeugen. Das Buch bekommt dadurch ein sehr unruhiges Aussehen. Man sollte vor allen Dingen Antiquaschrift verwenden, um die üblichen wissenschaftlichen Bezeichnungen, die Formeln usw. mit dem Text gleichartiger zu machen. Wie ruhig und schön sieht gegen das vorliegende Buch der alte Jochmann aus! Erwünscht wäre auch, wenn das Vertikalwasserrad auf S. 125 eine Welle und Lager bekäme und wenn die Flugmaschine, S. 156, ein wenig moderner wäre. Der zum „Beweise" der Fallgesetze herangezogene Schiefe-Ebene-Apparat gehört in die Rumpelkammer. Er besitzt so viele Reibungen in sich, daß er nie eine experimentelle Bestätigung des Fallgesetzes gestattet. Warum wird statt dessen noch immer nicht Johannessons Radwage benutzt? F. L.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



14. JAHRGANG 11. HEFT **DAS WELTALL** 1. MÄRZHEFT 1914

INHALT

Die Röntgenstrahlen

Von Dr. Walter Block

Von den verschiedenen Arten der Strahlen, die die Naturwissenschaft kennt, den Lichtstrahlen, den Kathodenstrahlen, den Kanalstrahlen, den Röntgenstrahlen usw. waren lange Zeit diese letzten dem Physiker immer etwas rätselhaft geblieben. Man wußte wohl genau, wie sie zustande kommen und welche Eigenschaften sie haben, aber schon die Geschwindigkeit, mit der sie sich fortbewegen, eine sonst bei allen Strahlen gut bekannte Eigenschaft, entzog sich dauernd ihrer Messung, und auch heute ist wohl in verschiedenen Versuchsreihen von Marx nachgewiesen, daß sie sich mit der bekannten Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, indessen sind seine Messungsanordnungen nicht überall ohne Angriff geblieben, wenn man wohl auch sein Ergebnis als gesichert ansehen muß.

Aber über die Art der Strahlung war man sich durchaus nicht im klaren. Sollte man annehmen, daß es sich wie bei den Kanalstrahlen um fortgeschleuderte kleinste Partikelchen, um Atome, handelt, oder wie bei den Kathodenstrahlen um ausgeschleuderte Elektronen, oder wie bei den Licht- und elektrischen Strahlen um Ätherwellen? Man wußte nichts darüber; alle Versuche einer Beeinflussung der Strahlen durch den Magneten, durch elektrische Kräfte und sonst gebräuchliche Mittel scheiterten. Während ein Teil der Physiker auf Grund von Versuchen und theoretischen Vorstellungen auf dem Standpunkt stand, daß es sich, ähnlich wie bei Kathoden- und Kanalstrahlen, um fortgeschleuderte Teilchen handelt, glaubten andere, daß die Röntgenstrahlen ein wellenartiger Vorgang seien. Wenn die Kathodenstrahlen auf ein Hindernis treffen, also z. B. in der Röntgenröhre auf die sogenannte Antikathode, jenen Metallspiegel, auf den die Kathodenstrahlen in einem Punkt konzentriert werden, so setzen sie durch ihren Aufprall die Elektronen aller jener Metallatome in Vibrationen, und diese Elektronenschwingungen pflanzen sich in Wellenform, ähnlich wie die Lichtwellen, fort; es sind die Röntgenstrahlen. Wenn diese Annahme zutrifft, so läßt sich auf Grund vorliegender Versuche auch berechnen, daß die Wellenlänge dieser Strahlen etwa von der Größe 10^{-8} bis 10^{-9} mm sein müßte, also durch einen Dezimalbruch dargestellt wird, der erst nach einer Reihe von Nullen in der achten bezw. neunten Stelle eine Ziffer hat. Zur Erläuterung sei bemerkt, daß die Wellenlänge des sichtbaren Lichts in der Gegend von 0,0005 bis 0,0003 mm liegt.

Beide angedeuteten Theorien hatten gute Gründe für sich; und wenn wir die zweite etwas ausführlicher dargestellt haben, so geschah das nur aus dem Grunde, weil sie sich später als die zutreffende erwies. Die Anhänger dieser Theorie mußten also danach suchen, durch irgend eine

experimentelle Anordnung den Wellencharakter der Strahlung nachzuweisen. Naturgemäß bot sich da ein bestimmter Weg: Wenn zwei Wellen, z. B. Wasserwellen, auf ihren Bahnen zusammentreffen, so kann zweierlei eintreten: die beiden Wellen können auf die schwingenden Teilchen verstärkend einwirken, mit anderen Worten, die Bewegung eines durch die eine Welle in Schwingung versetzten Teilchens kann durch die andere verstärkt werden, oder sie kann diese Bewegung schwächen, im Grenzfall sogar vollständig vernichten. Auf Lichtwellen angewendet: Es ist der Fall möglich, daß zwei Lichtstrahlen, die auf den gleichen Punkt treffen, ihre Lichtwirkung hier verstärken, mehr Licht liefern als der einzelne Lichtstrahl, oder sich schwächen, ja sich vernichten, d. h. Dunkelheit hervorrufen. Das ist gerade das Charakteristikum von Wellenbewegungen, daß sie sich gegenseitig vernichten können; eine Lichtbewegung, die aus ausgeschleuderten Teilchen bestände, kann das nicht bewirken, zwei solche Lichtstrahlen könnten wohl verstärkte Beleuchtung, aber nie Dunkelheit erzeugen. Diese, als Interferenz- bezw. Beugungserscheinungen bezeichneten Vorgänge, deren sonstige Bedingungen wir nicht erörtern wollen, sind also für Wellenbewegungen charakteristisch. Ein Hervorrufen entsprechender Erscheinungen bei Röntgenstrahlen wäre demgemäß für ihren Wellencharakter entscheidend gewesen. Die ganze und nicht gerade größte Schwierigkeit bestand darin, eine solche zu erzeugen.

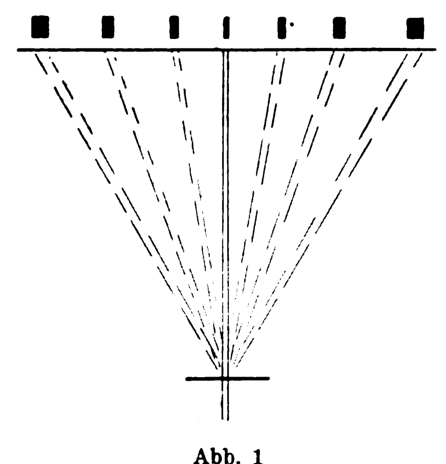


Abb. 1
Schema der Entstehung von Lichtbeugung durch ein Beugungsgitter

Die Optik benutzt diese Erscheinungen im weitesten Umfange, insbesondere zu Spektraluntersuchungen, und erzeugt Interferenzen mittels Gittern. In Glasplatten werden mit Diamanten feine Linien eingeritzt, geradlinig und alle parallel zu einander, bis zu mehreren hundert auf ein Millimeter. Läßt man einen Strahl einfarbigen Lichts auf ein solches Gitter fallen, so kann es das nur an den blanken unverletzten Stellen, zwischen den Gitterstäben, durchdringen, und jede Öffnung sendet nach allen Seiten neues Licht aus. Die von hier ausgehenden Lichtstrahlen interferieren miteinander und bewirken je nach der Form des ursprünglichen Lichtstrahls auf einem Schirm abwechselnd helle und dunkle Stellen. In der Abb. 1 ist schematisch dargestellt, wie etwa der Vorgang bei einer spaltförmigen Öffnung verläuft, durch die der Lichtstrahl hindurchgeht, und oben, welches Bild wir etwa auf einer hinter das Gitter gestellten photographischen Platte erhalten, wo also das auffallende Licht eine Schwärzung der Platte bewirkt.

Stellen wir zwei Gitter derart hintereinander, daß die Striche beider senkrecht zueinander stehen, so erhalten wir eine zweite Ablenkung der Lichtstrahlen durch ein derartiges Kreuzgitter, wie es in der Abb. 2 schematisch dargestellt ist.

Der wichtigste Punkt dabei zur Erzielung derartiger Erscheinungen ist nun, daß die Größe der Lichtwellen in brauchbarer Beziehung zu dem Abstand zweier Gitterstäbe steht. In der Optik liegt es also so, daß die 0,0005 mm langen Wellen durch Gitter gebeugt werden, bei denen jener Abstand vielleicht

0,002 mm ist. Wollten wir nun etwas ähnliches mit Röntgenstrahlen versuchen, so müßten wir Gitter verwenden, bei denen mindestens eine Million Linien auf das Millimeter kommen. Solche Gitter gibt es nicht, abgesehen davon, daß Glasgitter überhaupt nicht brauchbar sein können. Bei Versuchen mit den den Lichtwellen verwandten elektrischen Wellen verwendet man Gitter aus parallel gespannten Metalldrähten. Aber auch hier ist eine Abänderung auf die notwendige Form selbstverständich ausgeschlossen.

Da machte M. Laue in München einen ganz anderen Vorschlag, der zunächst etwas eigenartig anmutet, aber durch die Versuche seiner Mitarbeiter W. Friedrich und P. Knipping in der Folge glänzend bestätigt wurde. Er stützt sich dabei auf die herrschenden Anschauungen über Kristalle. Die nicht kristallinischen amorphen Stoffe werden aus Molekülen aufgebaut, die gänzlich ungeordnet in diesen Körpern liegen. Anders die kristallinischen Stoffe: in ihnen ordnen sich die sie bildenden Moleküle in regelmäßig aufgebauten Figuren, in Raumgitter, wie man es nennt Je nach der kristallographischen Beschaffenheit des Kristalls unterscheidet man 32 einfache Raumgitter, von denen aber wiederum mehrere ineinander gebaute einzelne Kristalle ausmachen. Was uns das wichtigste ist: die Moleküle der Kristalle sind nicht ungeordnet gelagert, sondern ganz regelmäßig. Schneidet man aus einem Kristall eine unendlich dünne Platte aus, deren Lage durch seine Kristallform genau bestimmt ist, so sind in dieser die Moleküle in einem gewissen Netzwerk regelmäßig angeordnet, wir haben den allgemeinen Fall eines Kreuzgitters, das wir uns z. B. so entstanden denken können, daß ähnlich wie oben mehrere sich kreuzende Systeme paralleler Linien gezogen sind, deren Schnittpunkte mit Molekülen besetzt sind. Eine dünne Kristallplatte mit diesem allgemeinen Kreuzgitter unterscheidet sich indessen wesentlich von der oben erwähnten, als sie gewissermaßen aus einer sehr großen Anzahl hintereinander geschalteter besteht. Wir nehmen z. B. bei den Kochsalzkristallen an, daß die Moleküle genau an den Ecken von Würfeln angeordnet sind (vgl. weiter unten), in Abständen von etwa einem Hunderttausendstel Millimeter. Eine Kochsalzplatte von dieser Dicke würde also ein rechtwinkliges Kreuzgitter darstellen, wo die parallelen geraden Gitterlinien eben diesen Abstand haben und in ihren Schnittpunkten die Moleküle sitzen. Eine Platte von 1 mm Dicke würde dann aus hunderttausend solchen hintereinander geschalteten Gittern bestehen.

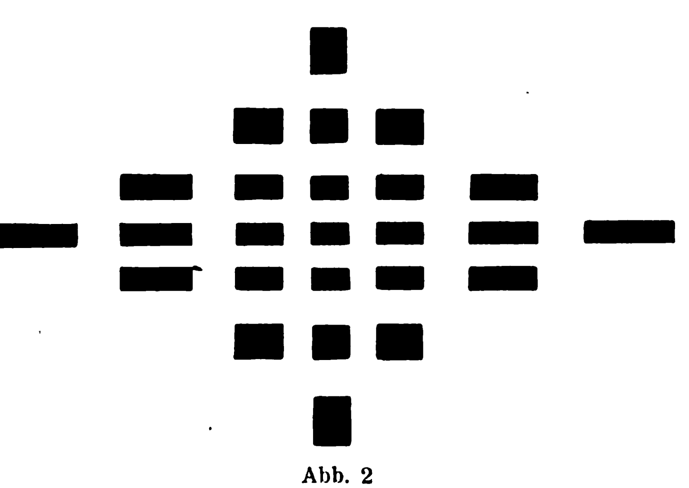


Abb. 2
Lichtbeugungsbild, entstanden durch ein Kreuzgitter

Die Abstände der Moleküle bei solchen Kristallgittern kennen wir nicht sehr genau, können sie indessen mit Rücksicht auf andere Anschauungen berechnen, wobei sich etwa 10^{-7} mm ergibt. Das ist also tatsächlich eine geeignete Größe, an denen man die Röntgenstrahlen studieren kann.

Das Verdienst von Laue ist es nun, darauf hingewiesen zu haben, daß ein solcher Kristall als Beugungsmittel dienen könnte. Gesetzt, die Röntgenstrahlen sind Wellen, so würde beim Auftreffen eines Bündels auf die oberste Molekülschicht zunächst eine Beugung entstehen, diese würde wieder durch die zweite gebeugt werden usw. Der Vorgang ist also merklich komplizierter als bei dem einfachen optischen Gitter, ist indessen einer mathematischen Behandlung gut zugänglich und ergibt, daß man ähnlich wie dort auch Systeme von Interferenzpunkten erhält, deren Lage einmal von der Wellenlänge der Röntgenstrahlen abhängt, und dann von dem Raumgitter des Kristalls. Der Versuch hat dies glänzend bestätigt, wie die Abb. 3 zeigt, welche eine Aufnahme mittels eines Zinkblendekristalls darstellt. Zu diesem Zwecke wurde also ein feines Bündel Röntgenstrahlen auf das Kristallplättchen geworfen, das kristallographisch gut zu ihm orientiert war; man sieht in der Mitte die Schwärzung der Platte durch den ungebeugt hindurch gegangenen Hauptstrahl und ringsherum ganz in symmetrischer Anordnung die Interferenzpunkte, die durch das Zusammenwirken der abgebeugten Strahlen entstehen.

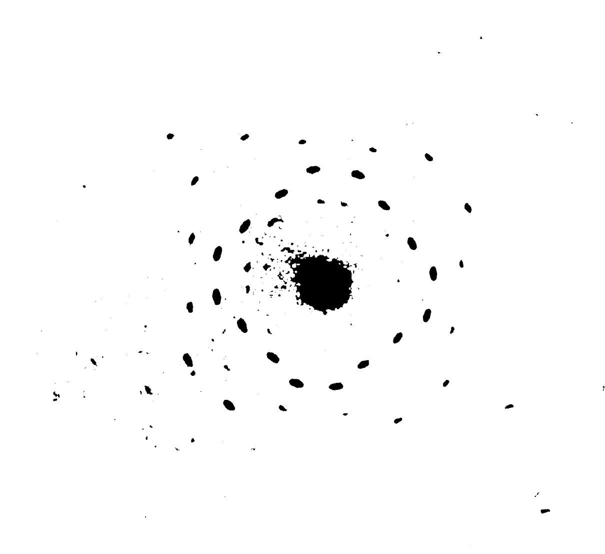


Abb. 3
Röntgeninterferenzbild eines Kristalls der Zinkblende

Damit ist im Grunde genommen die Frage, ob die Röntgenstrahlen Wellencharakter haben, gelöst und der Nachweis geführt. Die Forschung stürzte sich dann aber mit besonderem Eifer auf diese Ergebnisse und hat dabei noch eine Menge Resultate erzielt, die wir im folgenden Schlusse unserer Betrachtungen kurz darstellen wollen.

(Schluß folgt)

Sir William Ramsay[1])

Von Wilhelm Ostwald

Wenn man die von Auguste Comte aufgestellte Pyramide der Wissenschaften, in welcher auf die Mathematik die Naturwissenschaften, hernach die Physiologie und endlich die Soziologie folgen, bis zu ihrem äußersten Gipfel auszubauen versucht, so findet man als alleroberste aller denkbaren Wissen-

[1]) Wir entnehmen diesen Aufsatz mit Genehmigung der Akademischen Verlagsgesellschaft in Leipzig dem Buche Prof. Wilhelm Ostwalds „Der energetische Imperativ". Es stellt eine Sammlung von Aufsätzen aus den verschiedensten Gebieten dar, die alle ein gemeinsames Leitmotiv haben, nämlich den von Ostwald den „energetischen Imperativ" genannten Leitsatz, der lautet: „Vergeude keine Energie". Eigentlich ist dieser Satz selbstverständlich. Denn instinktiv handeln wir nach dem Grundsatz, mit möglichst wenig Energie möglichst viel zu erreichen. Im geschäftlichen Leben wird dieser Grundsatz unbedingte Anerkennung finden. Sehen wir uns jedoch das



schaften die Geniologie, die Wissenschaft vom Genius, vom ausgezeichneten Menschen. Daß eine solche Wissenschaft möglich ist, wissen wir seit bald einem halben Jahrhundert. Die Forschungen von Sir Francis Galton in England, von de Candolle in Genf und von einigen neueren Forschern in Deutschland haben mit der größten Deutlichkeit gezeigt, daß selbst dieses seltene und prächtige Phänomen bestimmten Naturgesetzen unterliegt, deren Kenntnis sich durch die sorgfältige Beobachtung der einzelnen Tatsachen gewinnen läßt und deren Bedeutung eine außerordentlich große ist, weil ja eine jede Nation in ihrer Stellung gegenüber allen andern Völkern der Welt durch die Beschaffenheit und Leistungsfähigkeit ihrer Genies bestimmt wird. Wenn man im Lichte dieser jüngsten aller Wissenschaften das Leben von Sir William Ramsay betrachtet, so ist man überrascht über die außerordentliche Gesetzmäßigkeit, welche sich in diesem erkennen läßt, eine Gesetzmäßigkeit, durch welche die schnelle Folge staunenerregender Entdeckungen, die den letzten Teil dieses Lebens angefüllt haben, wie die notwendige Konsequenz eines natürlichen regelmäßigen Vorganges erscheint, ja an den Ablauf einer Maschine erinnert. Hier finden wir nichts von den sonst beim Genie vorkommenden unregelmäßigen Kurven mit vereinzelten Maximis, von denen namentlich teils ein allergrößtes in der Jugend aufzutreten pflegt, wie beispielsweise bei Sir Humphry Davy, dem Landsmann von Sir William Ramsay, der ihm in mancher Beziehung ähnlich ist. An Davy erinnert Ramsay durch den Glanz und die unvergleichliche Originalität seiner Entdeckungen, welche zu keinem Vorgänger oder Schule in Beziehung stehen. Bei Davy aber erscheinen diese Entdeckungen mehr wie unzusammenhängende Bergspitzen, die aus einem mittleren Niveau urplötzlich auftauchen, während wir bei Ramsay beobachten können, wie eine Entdeckung aus der andern folgt, wie verhältnismäßig bescheidene und wenig auffällige Forschungen, die schlecht und recht ihren Platz in dem großen Register der Wissenschaft eingenommen haben, sich als notwendige Grundlagen zu so neuen Tatsachen herausstellen, daß man an ihre Möglichkeit vor ihrer wissenschaftlichen Mitteilung nicht einmal zu denken gewagt hatte.

Diese Naturgesetzlichkeit zeigt sich zunächst an der Abstammung William Ramsays. Er hat selbst auseinandergesetzt, daß seine Ureltern in der väterlichen Linie durch mindestens sieben Generationen Färber waren, daß also Vertrautheit mit chemischen Vorgängen und Sicherheit im chemischen Denken ihm als Erbgut aus einer ganzen Reihe von Voreltern überkommen sind. Mütterlicherseits sind es wiederum eine Anzahl Ärzte, welche die Erbstücke für den großen Entdecker in der Naturwissenschaft geliefert haben. Unter allen diesen Männern ragt indessen keiner auch nur einigermaßen in derselben Weise über

---

Leben genauer an, so werden wir überall arge Verstöße gegen dieses Prinzip finden. Über eine Reihe besonders in die Augen fallender Dissonanzen handeln die Aufsätze. Zur besseren Orientierung hat Ostwald fünf Gruppen gebildet: Philosophie, Organisation und Internationalismus, Pazifismus, Unterrichtswesen und Biographie, in die er die Aufsätze einordnet. Ostwald geht von dem naturwissenschaftlich (biologisch) klar und scharf begründeten wissenschaftlichen Monismus aus, der die Wesenseinheit von Geist und Körper feststellt. Die Tatsache nun, daß die Energie, die in den verschiedensten Ausprägungen vorkommt, unzerstörbar, für die Erde und ihre Bewohner aber begrenzt ist, gibt der bewußt arbeitenden Menschheit die Aufgabe, mit ihr haushälterisch zu verfahren, die Zerstreuung der freien Energie aufzuhalten woraus sich also von selbst der energetische Imperativ ergibt. Dieser muß Richtlinie alles Tuns sein, „vom Nadeleinfädeln bis zur Regierung eines Staates“. Die Anwendungsmöglichkeit und die Notwendigkeit solchen zielbewußten Strebens darzulegen ist der Zweck der Ostwaldschen Aufsätze. Die Redaktion

seine Zeitgenossen hervor, wie wir es bei Sir William bewundern, und es entsteht in diesem Falle ebenso wie in allen ähnlichen die Frage, wie es denn möglich ist, daß ein derartiger Genius von Leuten mittleren Kalibers erzeugt wird.

Zwar ist von Galton nachgewiesen worden, daß übermittlere Leistungen, die aber nicht die Bezeichnung genial beanspruchen dürfen, in gewissen Familien durch eine ganze Reihe von Generationen erblich sind. Hier haben wir es aber mit einem jener wundervollen Fälle zu tun, wo zwar eine mittlere tüchtige Leistungsfähigkeit während einer Reihe von Generationen vorhanden war, aber nun plötzlich eine ganz unvergleichlich viel höhere Persönlichkeit entsteht, an der man zwar die charakteristischen Elemente der früheren Generationen wieder erkennen kann, die aber in ihrer Leistungsfähigkeit alle früheren weit überragt. Hält man sich die wohl bekannten Vererbungsgesetze von Mendel und de Vries vor Augen, so weiß man, daß jeder Abkömmling ein Mosaik von den Eigenschaften ist, die ihm teils vom Vater, teils von der Mutter geliefert worden sind. Es entsteht gegenüber dieser Tatsache das Problem, wie denn von durchschnittlich begabten Eltern eine derartig ungewöhnliche Persönlichkeit soll abstammen können, da man gerade nach den Vererbungsgesetzen am wahrscheinlichsten vermuten sollte, daß wiederum solche mittlere Begabung entstehen müßte.

Die Antwort, welche ich zunächst hypothetisch auf dieses Problem gefunden habe, besteht darin, daß die Mosaikstücke des Erbgutes, welche in einem neuen Wesen zusammenkommen, der Wahrscheinlichkeit gemäß nur sehr selten zueinander passen oder miteinander harmonisch sein können. Der heranwachsende Mensch verbraucht dann den allergrößten Teil seiner Energie dazu, diese zufälligen Erbstücke zu gemeinsamer Arbeit auszugleichen oder sie zu harmonisieren, und damit wird der größere Teil der ihm verfügbaren Energie verbraucht und der produktiven Arbeit entzogen. Nur in seltenen Fällen sind die Erbstücke so beschaffen, daß sie von vornherein gut zueinander passen, daß also der heranwachsende junge Mensch keine Energie auf die gegenseitige Harmonisierung seiner Elemente zu verbrauchen hat, sondern sofort sich der schöpferischen Arbeit widmen kann. Ein solcher Fall scheint nun bei William Ramsay vorzuliegen. Er beschreibt sich gelegentlich selbst als einen frühreifen träumerischen Jüngling mit ziemlich unregelmäßiger Vorbildung. Die Frühreife ist eine so gut wie völlig allgemeine Erscheinung der werdenden Genies und die träumerische Beschaffenheit deutet auf die eigene Produktion von Gedanken hin, welche ja die Grundlage aller schöpferischen Leistung ist.

Von seinem Vater, der ein Mann des praktischen Berufes war, aber sich in seinen freien Stunden eifrig mit wissenschaftlichen Arbeiten, Quaternionen und Geologie beschäftigte, ist der junge William denn auch in die große Leidenschaft seines Lebens, die Chemie, eingeführt worden. Und zwar hat, wie so oft, ein äußerer Zufall den Anlaß dazu gegeben. Der junge William hatte sich beim Fußballspiel ein Bein gebrochen, und um die Langeweile der Rekonvaleszenz zu verkürzen, hatte ihm sein Vater Grahams Lehrbuch der Chemie zum Studium gegeben und ihm auch kleine Mengen von mancherlei Chemikalien gebracht, mit denen er die im Lehrbuch angegebenen Experimente ausführen konnte. Sir William erzählt selbst, daß hauptsächlich die Frage, wie man Feuerwerksgegenstände anfertigen könnte, ihn zu dem Studium von Grahams Chemie veranlaßt habe. Aber sehr bald hat dann das allgemeine wissenschaft-

liche Interesse bei ihm Oberhand gewonnen, was sich (wiederum typisch) daran erkennen läßt, daß er auch seine Umgebung zur praktischen Teilnahme an seinen Interessen veranlaßte. Im vierzehnten Lebensjahre bereits wurde William an der Universität Glasgow immatrikuliert und begann dort seine Studien. Den allergrößten Einfluß auf ihn hat dort alsbald William Thomson ausgeübt, dessen seltsame und eindrucksvolle Art zu unterrichten sein großer Schüler gelegentlich anschaulich und amüsant geschildert hat. Er gab ihm als erste Aufgabe die, die Knicke aus einem großen Haufen alten Kupferdraht, der im Laboratorium herumlag, auszumachen, und scheint aus der Art und Weise, wie sich der junge Schüler hierbei benommen hat, ein günstiges Vorurteil für seine Fähigkeit gewonnen zu haben, auch größere Probleme zu lösen. Denn er machte ihn alsbald mit dem Quadrantelektrometer, einem Instrument, das es damals überhaupt nur in Glasgow gab, bekannt und trug ihm auf, die Potentialdifferenzen zwischen allen möglichen Gegenständen, wie sie sich im Laboratorium vorfanden oder auch irgendwie dahingeraten waren, wie z. B. einem Kinderluftballon, zu messen. Wir können uns wohl vorstellen, daß, wenn ein derartig ursprünglich angelegter Geist überhaupt einen Lehreinfluß erfahren konnte, er ihn von diesem Lehrer aufnehmen mußte. Denn William Thomson gehörte zu demselben Typus der „Romantiker“ oder schnell produzierenden Forscher, wie auch Ramsay, und deshalb hat er einen ganz besonders starken und bleibenden Eindruck auf den noch plastischen, werdenden Geist machen müssen. Das regelmäßige Studium der Chemie nach dem vorher erwähnten unregelmäßigen hat Ramsay dann bei Tatlock in Glasgow getrieben, wo er sich gleichfalls alsbald so deutlich ausgezeichnet zu haben scheint, daß er von seinem Lehrer nach sehr kurzer Zeit zu seinem gelegentlichen Stellvertreter beim Unterricht gemacht wurde.

Mit achtzehn Jahren hatte der junge Student in Glasgow das gelernt, was dort zu lernen war, und es handelte sich für ihn darum, sich in der Chemie weiter auszubilden. Hierfür kam damals nur Deutschland in Frage. Dort war eben der deutsch-französische Krieg ausgebrochen und deshalb erschien es gewagt, die ursprüngliche Idee auszuführen, in Heidelberg bei Bunsen die chemischen Studien fortzusetzen. Doch entfernte sich der Kriegsschauplatz so schnell von der deutsch-französischen Grenze, daß der Versuch dennoch ausgeführt werden konnte. Ein Semester ist Ramsay dann bei Bunsen geblieben, aber wie es scheint, ohne einen besonders starken Eindruck von dort mitzunehmen. Denn im folgenden Semester siedelte er nach Tübingen über, wo er in Fittigs Laboratorium mit einer Anzahl gleichstrebender Arbeitsgenossen zusammentraf und unter der Leitung dieses überaus gewissenhaften Lehrers und geschickten Experimentators in die üblichen Probleme und Methoden der organischen Chemie eingeführt wurde. Dort hat dann Ramsay eine der üblichen Dissertationen (über die Toluylsäuren) gemacht, aus welcher sich noch nicht erkennen läßt, um welche Art von Menschen es sich handelte. Nach seiner Rückkehr war Ramsay einige Jahre Unterrichtsassistent in Glasgow und hat sich bei dieser Gelegenheit eine sehr ausgedehnte und sichere Kenntnis des ganzen Gebietes, namentlich der anorganischen Chemie angeeignet, ebenso wie er dort die Grundlagen zu der Meisterschaft gelegt hat, welche er als Lehrer in einem großen Laboratorium später bewähren konnte. Man wird auch nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß der Laboratiumsbetrieb, wie er sich unter der begeisternden Leitung Liebigs in Deutschland ausgebildet, als ein

Gemeingut der chemischen Wissenschaft in den Laboratorien der ganzen Welt verbreitet hat, auf Ramsays Fähigkeiten und Ideale als Lehrer einen sehr großen und maßgebenden Einfluß ausgeübt hat. Jedenfalls können wir konstatieren, daß er das große Vorbild Liebig so nahe erreicht hat wie nur irgendeiner der ausgezeichnetsten Chemielehrer seit jener großen Zeit. Insbesondere für England muß seine ungewöhnliche Fähigkeit als große Seltenheit bezeichnet werden, in einem großen Laboratorium mit einer Mannigfaltigkeit der verschiedensten Begabungen Arbeiten zu organisieren, die sich über sehr verschiedenartige Gebiete der Wissenschaft erstrecken und dadurch Resultate zu erzeugen, welche sich später nach vielen Richtungen als fundamental erwiesen haben.

Es ist sehr interessant, an der Hand von Ramsays eigenen Mitteilungen zu beobachten, wie er aus dem Bereich der organischen Chemie, in das er entsprechend den Hauptinteressen jener Zeit sich zunächst gedrängt sah, allmählich den Weg hinausfand in jenes andere Gebiet, welches seitdem als physikalische oder besser allgemeine Chemie seine eigene Stellung gewonnen hat. Zunächst waren es praktische Probleme. Dampfdichtebestimmungen an besonders schwierigen Objekten führten ihn in das Gebiet der mehr physikalischen Aufgaben der Chemie. Hier bemerken wir die ersten Züge des werdenden Genies, nämlich eine außerordentliche Unabhängigkeit in der Wahl der Hilfsmittel, um das Problem zu lösen. Er benutzte z. B. die Tonhöhe von Pfeifen bestimmter Dimension zur Bestimmung von Dampfdichten, wobei ihm seine musikalische Begabung zu Hilfe kam. Während dieses Verfahren erfolgreich war (es ist allerdings niemals publiziert worden), hatte er weniger Glück bei seinen Versuchen, die elektrische Leitfähigkeit von Lösungen mit Hilfe des Telephons zu messen. Wir werden hier unwillkürlich nachdenklich und fragen uns, wie sich die geographische Verteilung in bezug auf die Entdeckungen der Elektrochemie, die in den letzten zwanzig Jahren die Chemie reformiert haben, geordnet hätte, wenn der junge Forscher damals glücklicher in der Ausführung seiner experimentellen Ideen gewesen wäre.

Ferner wissen wir aus dieser Zeit von physiologischen Untersuchungen über Anaesthetica, die er im Verein mit einigen medizinischen Kollegen ausführte, wobei er selbst das Versuchstier hergab, weil er durch die Experimente am wenigsten von den Beteiligten litt. Sehr erhebliche Resultate lassen sich indessen auch hier nicht angeben. (Schluß folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat April 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Sterne

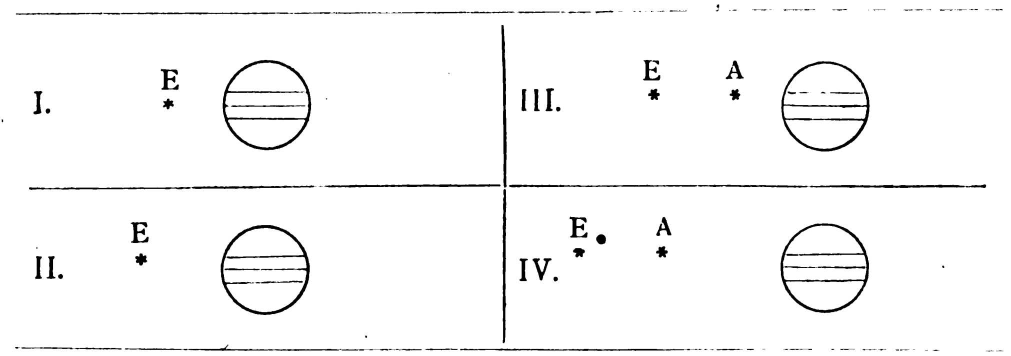
Anfangs April geht der Meridian im Süden zwischen Rabe, Jungfrau und Wasserschlange hindurch, trennt im großen Löwen das Dreieck vom Fragezeichen, durchschneidet den großen Bären und geht durch den kleinen Bären, Cepheus zwischen Cassiopeja und Schwan zum Nordpunkt des Horizonts hinunter. In dem kleinen Sternbilde „Der Rabe", das 17 dem bloßen Auge sichtbare Sterne enthält, ist δ ein sehr bequem zu trennender Doppelstern. Der Hauptstern ist von gelblicher Farbe und 4. Größe, wohingegen der Begleiter rötlich gefärbt und 9. Größe ist. Schon mit einem 7 cm-Objektiv sind die Sterne zu trennen, es ist nur merkwürdig, daß sich seit der Beobachtung dieses Doppelsternes weder eine Veränderung des Positionswinkels, der 214



Stellungen und Finsternisse der Jupitertrabanten

April

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr

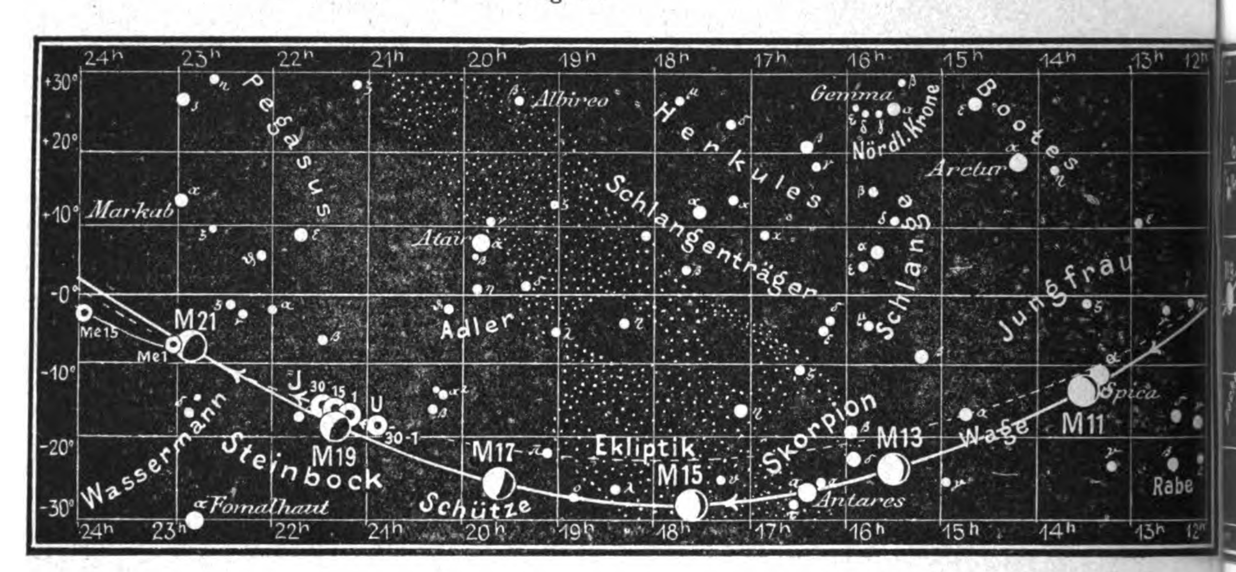


Stellungen der Trabanten um 16ʰ Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter	Östlich vom Jupiter
1	4 ·	○ 1· ·3 ·2 ●
2	4·	○ 2. ·3 ·1 ●
3	·4 2. 1·	○ 3·
4	·4 ·2	○ 3· ·1
5	·4 3· 1·	○ .2
6	·3 ·4	○ 2. ·1
7	2· 3 1·	·○4 · ·
8		○ ·31· ·4 ·2 ●
9	● 1·	○ 2. ·3 · 4
10	○1· 2.	○ 3. · 4
11	·2	○ .1 3· ·4
12	3· 1·	○ ·2 4 ·
13	3·	○ ·12· 4 ·
14	·3 2.·1	○ 4·
15	·2	○ 4.1· ·3 ●
16	4. .1	○ ·2 .3
17	○2· 4 ·	○ 1· 3·
18	4 · ·2	○.1 3·
19	4· 3· 1·	○ ·2
20	· 4 3·	○ .1 2.
21	· 4 ·3 2·1·	○
22	· 4 ·2	○ 1· ·3 ●
23	·4 .1	○ 2· ·3
24		○ 2·1· 3· ·4 ●
25	2.	○ 3. ·4 ·1 ●
26	3· 1·	○·2 · 4
27	3·	○ 1· 2. ·4
28	·3 2·1·	○ · ·4
29	.2 .3	○ ·1 · 4 ·
30	·1	○ 2 3 4 ·

Lauf von Sonne, Mond und den Planeten

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

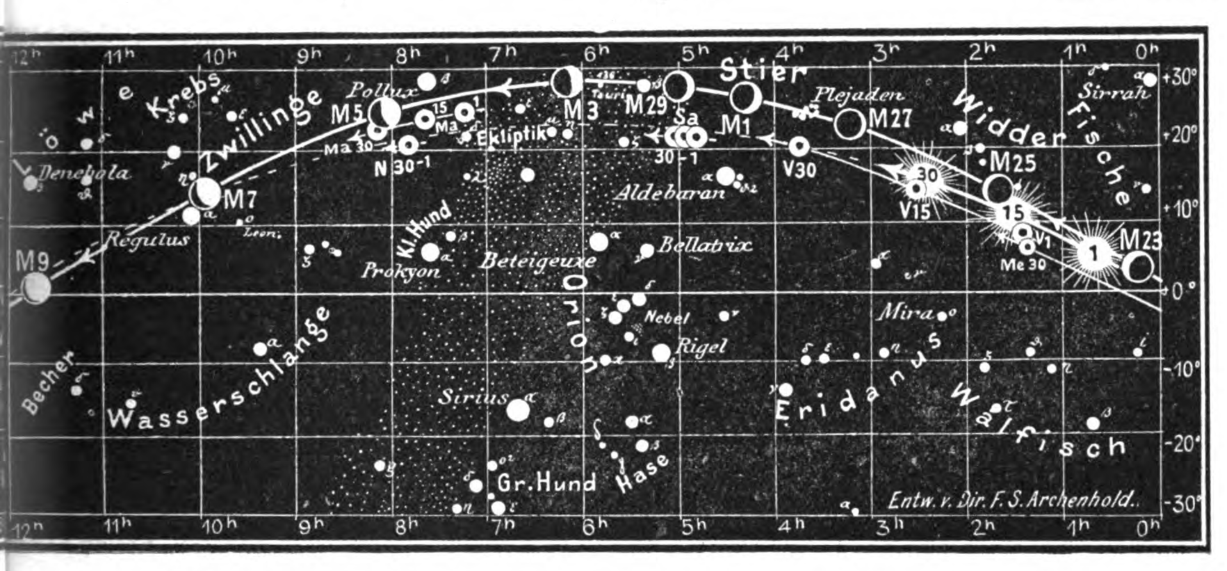
beträgt, noch eine solche der Distanz, die 24″,5 gezeigt hat, obgleich beide Sterne eine gemeinsame, ziemlich große Eigenbewegung besitzen, so daß an ihrem physischen Zusammenhang nicht gezweifelt werden kann. Ein sehr leicht zu trennender Doppelstern ist Corvi 58, Rekt. = $12^h\ 35^m\ 3^s$ und Dekl. = — 12° 21′. Hier sind beide Sterne gleich hell, nämlich 6,5. Größe; sie haben eine Distanz von $5^1/_2$″ und einen Positionswinkel von 299°. Auch hier zeigen die Messungen seit 1842 keine Änderungen, obgleich auch diese Sterne nach Bossert eine gemeinsame Eigenbewegung haben. Es findet sich ein Veränderlicher im Raben R Corvi (Rekt. = $12^h\ 14^m$, Dekl. = 18° 42′), dessen Periode 318 Tage beträgt, der im Maximum 6,8. bis 7,7. Größe ist und im Minimum unter 11,5. Größe sinkt. Derselbe ist im Jahre 1867 von Kalinski entdeckt worden. In der Nähe dieses veränderlichen Sternes (Rekt. = $12^h\ 19^m$ und Dekl. = 18° 13′) befindet sich ein schwacher Nebel, dessen Kern länglich erscheint; dieser ist von W. Herschel am 2. Februar 1785 entdeckt worden und läßt sich in größeren Fernrohren gut auflösen.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $^3/_4{}^h$ bis $2^1/_2{}^h$) sendet ihre Energie nach allen Richtungen in das Weltall hinein, die einer Gesamtleistung von 580 Trillionen Pferdekräften gleichkommt; hiervon empfängt unsere Erde nur den 2200 millionsten Teil. Würde diese Ausstrahlung nicht ersetzt werden, so müßte die Temperatur jährlich um 1° sinken. Es ist ausgeschlossen, daß Verbrennungsprozesse als Quelle für den Ersatz der Sonnenenergie zu betrachten sind, da alsdann schon nach 3000 Jahren die Wärmeausstrahlung der Sonne ein Ende haben müßte. Robert Mayer war der erste, welcher auf eine andere Quelle der Sonnenenergie, nämlich auf eine rein mechanische, hinwies. M. glaubte, daß niederfallende Meteore den Ersatz der ausgestrahlten Sonnenwärme erklären, es läßt sich jedoch leicht zeigen, daß die große Menge von Meteoren, welche nötig wäre, kaum im Sonnensystem existieren kann. Helmholtz hat auf einen andern mechanischen Ersatz hingewiesen, nämlich auf die Zusammenziehung, die infolge der Schwerkraft an der Sonnenkugel einsetzen müsse, da die Verringerung des Sonnenradius nur 75 m jährlich betragen müßte, um allen Energieverlust zu ersetzen, so würde sich erst im Laufe von 30 000 Jahren der scheinbare Sonnenradius um 1″ verringern. Die Sonne könnte 17 Millionen Jahre die gleiche Wärmenmenge ausstrahlen, bevor sie die Dichtigkeit der Erde erreicht.

für den Monat April 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Neuerdings ist noch eine neue Wärmequelle hinzugekommen, die Radioaktivität. Es sind nur $3^1/_2$ Gramm Radium in einem Kubikmeter der Sonnenmasse erforderlich, um die gesamte von der Sonne ausgestrahlte Wärmemenge zu ersetzen.[1])

Unsere Karte gibt die Stellung der Sonne in der Ekliptik für den 1., 15. und 30. April wieder.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
April 1.	$+4^0\ 19'$	$5^h\ 45^m$	$6^h\ 37^m$	$41^3/_4{}^0$
- 15.	$+9^0\ 33'$	$5^h\ 12^m$	$7^h\ 1^m$	47^0
- 30.	$+14^0\ 35'$	$4^h\ 40^m$	$7^h\ 27^m$	52^0

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 29. April von 2 zu 2 Tagen eingetragen; seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: April 3. $8^1/_2{}^h$ abends — Letztes Viertel: April 17. 9^h morgens
Vollmond: - 10. $2^1/_2{}^h$ nachm. — Neumond: - 25. mittags.

Im Monat April findet nur eine Sternbedeckung statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
April 29	136 Tauri	4,7	$5^h\ 47^m\ 56^s$	$+27^0\ 35'\ 34''$	$9^h\ 24^m,5$ abends	119^0	$10^h\ 16^m,7$ abends	256^0	Monduntergang 30. April $12^h\ 29^m$ nachts

Die Planeten

Merkur (Feld 23^h bis $1^1/_2{}^h$), bleibt während des ganzen Monats unsichtbar. Seine Entfernung beträgt am Anfang des Monats 118, am Ende 180 Millionen km, entsprechend nimmt der Durchmesser von $8'',4$ auf $5'',5$ ab. Am 7. April, 8 Uhr morgens erreicht Merkur seine größte westliche Abweichung von der Sonne $27^0\ 46'$.

Venus (Feld $1^1/_2{}^h$ bis $3^3/_4{}^h$) ist zuerst $^1/_2$ und später $1^1/_4$ Stunden lang am westlichen Himmel als Abendstern zu sehen. Am 27. April tritt Venus in Konjunktion mit

[1]) Vergl. Pringsheim: „Die Sonne“, Leipzig, B. G. Teubner

der nur zwei Tage alten Mondsichel und bildet mit dieser und den Plejaden ein bemerkenswertes spitzwinkliges, gleichschenkliges Dreieck, während einige Tage später die Venus mit Aldebaran und Saturn ein etwas größeres gleichschenkliges aber stumpfwinkliges Dreieck bildet. Am 1. April beträgt die Entfernung von der Erde 250, am 30. April 237 Millionen km, während der scheinbare Durchmesser von 10″,1 auf 10″,6 zunimmt. Sie rückt am 27. Mai in Sonnennähe.

Mars (Feld $7^1/_4{}^h$ bis $8^1/_4{}^h$) steht bei Sonnenuntergang schon hoch im Meridian in den Zwillingen. Die Dauer seiner Sichtbarkeit beträgt am Ende des Monats nur noch 5 Stunden. Seine Entfernung nimmt von 185 auf 226 Millionen km zu und sein scheinbarer Durchmesser von 7″,6 auf 6″,2 ab. Er tritt am 4. ds. Mts. in Konjunktion mit dem Monde.

Jupiter (Feld $21^1/_4{}^h$ bis $21^1/_2{}^h$) ist nur am Morgenhimmel zu beobachten, am Ende des Monats schon 1 Stunde lang. Seine Entfernung beträgt am 1. April 836, am 30. April 778 Millionen km. Sein Polardurchmesser nimmt von 32″,6 auf 35″,2 zu, er steht am 19. in Konjunktion mit dem Monde und gleichzeitig in der Nähe von Uranus. Beim roten Fleck und schwarzen Schleier konnten in der letzten Zeit bemerkenswerte Änderungen beobachtet werden. Auf Seite 161 bringen wir die Stellungen der Jupitersmonde im Monat April.

Saturn (Feld $4^3/_4{}^h$ bis 5^h) ist am Anfang des Monats noch 4 Stunden, jedoch am Ende des Monats kaum noch 2 Stunden lang am Abendhimmel zu beobachten. Er steht am 1. April in Konjunktion mit dem Monde. Seine Entfernung nimmt von 1396 auf 1412 Millionen km zu, sein Polardurchmesser von 17″,3 auf 16″,2 ab.

Uranus (Feld 21^h) ist 3000 Millionen km von der Erde entfernt und wegen seiner Sonnennähe nur ungünstig zu beobachten.

Neptun (Feld $7^3/_4{}^h$) ist am 1. April 4147 und am 30. ds. Mts. 4517 Millionen km von uns entfernt aber wegen seiner hohen Deklination noch einige Stunden lang nach Sonnenuntergang günstig zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

April 1. 1^h nachmittags. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 4. 4^h morgens. Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 7. 8^h morgens. Merkur in größter westlicher Abweichung von der Sonne, 27° 46′.
- 19. 1^h nachts. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 23. 3^h nachm. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 27. 7^h morgens. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 28./29. mitternacht. Saturn in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Roger Bacon zum Gedächtnis. Vor 700 Jahren erblickte in Ilchester, Somersetshire, ein Mann das Licht der Welt, dessen Gedenken nicht bloß die Astronomie, sondern die ganze Kulturwelt feiern sollte. Er war der erste, der die Notwendigkeit der Kalenderreform aussprach, denn er hatte die Mängel des Julianischen Kalenders erkannt und drängte zur Kalenderreform. Erst ein Viertel Jahrtausend später knüpfte der Papst Gregor VIII. seinen Namen an die Neuerung, die sich als so wichtig erwiesen hat — berechnet hat den neuen Kalender der Italiener Luigo Lilio. Aber damit ist Rogers Andenken nicht erschöpft, im Gegenteil, er beschäftigte sich fleißig und erfolgreich mit anderen astronomischen und physikalischen Problemen. Er erfand unter anderem die Vergrößerungsgläser, die der Welt so viel Segen gebracht haben. Leider kam er auch mit dieser großen Entdeckung dreihundert Jahre zu früh, denn sonst hätten alle die Segnungen, die das Mikroskop über die Menschheit ergossen hat, viel früher befruchtend auf die Kultur einwirken können.

Roger Bacons Unglück war sein freier Geist. Das Dunkelmännertum befürchtete von dem erleuchteten Mönche Nachteile für die Machtstellung der Kirche und des Klerus. Um sie zu verhindern, sperrte man den genialen Mann ein. Es bedurfte erst des Eingreifens des Papstes, um ihn

wieder freizugeben. Trotz des Ordensverbotes, seine Entdeckungen und Gedanken niederzuschreiben, trat er offen mit seinen Ideen hervor. Besonders angetan hatte seinen Klostergenossen, deren unsittlichen Lebenswandel Bacon rücksichtslos tadelte und bloßstellte, seine Theorie des Regenbogens als einer Brechungserscheinung. Sie benutzten die Tatsache, daß der mosaische Schöpfungsbericht dem Regenbogen eine himmlische, göttliche Rolle zuschrieb dazu, Bacon von Neuem zu verdächtigen und kerkerten ihn nach dem Tode seines päpstlichen Gönners zehn Jahre lang ein. Sein Ordensgeneral selbst hat sich mit dieser verfluchten Tat beladen. Als er freikam, war er ein gebrochener Mann. Aber selbst da war sein Genie noch nicht erloschen. In Rätselanagrammen legte er große Gedanken nieder, in einem sogar die Entdeckung des Schießpulvers. Auch da hat es noch ein halbes Jahrhundert gedauert, ehe die erste Pulvermühle in Augsburg sich praktisch des Gedankens annahm.

So war Roger Bacon einer jener unglücklichen Männer, die ein paar Jahrhunderte zu früh auf die Welt gekommen waren, die in einer Zeit lebten, als erst noch die Ketten des allerfinstersten Dunkelmännertums gebrochen werden mußten. Leider blieb ihm, dem Vermögenslosen, damals nichts anderes übrig, als ins Kloster zu gehen, wenn er seinen wissenschaftlichen Neigungen nachgehen wollte. Und so sehr auch ehedem die Klöster Horte der Wissenschaft und der Bildung gewesen sind, hat er davon doch nichts mehr verspürt. Denn diesem großen Naturforscher haben sie das Leben und jede Lebensfreude verbittert und zertrümmert. Bacons Schriften liegen zum Teil noch im Manuskript ungedruckt in englischen und holländischen Bibliotheken. F. L.

„Der Atlantische Ozean während der Eiszeit“ betitelt sich eine von O. Pettersson in dem 1. Heft des 6. Bandes der Internationalen Revue der Hydrobiologie und Hydrographie veröffentlichte Besprechung der neusten Arbeiten von Sir John Morray und E. Hull, mit Hinweisen auf Forschungen von De Geers, Nanssen, Michael Sars u. a.

Der hauptsächliche Inhalt dieser Besprechung ist kurz folgender:

Zwischen Grönland, Island und Schottland erstreckte sich damals (d. h. zur Eiszeit, von welcher der Referent annimmt, daß sie vereinzelt im Quartär dastehe) eine Eisbarriere, bis wohin gerade der atlantische Warmwasserstrom als Unterstrom reichte, während oben Eistrifft herrschte, die nordische Geschiebe z. T. bis 29° N. Br. verschleppte. In dem davon getrennten (arktischen) Nordmeer findet sich kein Foraminiferenschlamm. Erst am Schluß der Eiszeit erlangte der Golfstrom Zutritt zu diesem Nordmeer. Die dünnen kalkhaltigen Sedimente des Nordmeeres ruhen auf einer Schicht von grauem Gletscherton. Diese Tonschicht reicht bis an das kontinentale Ufer des früheren Nordmeeres, so daß die Area des Kalkschlammes von einem Tonrand mit viel Gletschersteinen umsäumt ist. In dem auflagernden Kalkschlamm sind keine Gletschersteine. Die Eisberge führten nur Schlamm, darüber lagerte sich nach dem Durchbruch des Golfstroms eine dünne Decke Globigerinenschlamm. Biloculinaschlamm rührt von den Foraminiferen des Golfstroms, er ruht auf terrigenen Ablagerungen aus der Eiszeit im europäischen Nordmeer.

Am Schluß der Tertiärzeit herrschte hoher Stand der Küsten. Die Nordsee einschließlich der sämtlichen Kontinentalsockel bis 3000 m heutiger Meerestiefe waren Festland; Karaibisches Meer, Golf von Mexiko, Mittelländisches Meer und Nordmeer zwischen Grönland und Nordskandinavien waren vom atlantischen Ozean durch breite Festlandstreifen getrennt. Gegen heute bestand also eine ungeheuer ausgedehnte Hebung der Erdkruste.

Dem Bericht sind zwei Karten beigegeben, eine Tiefenkarte des Nordatlantik mit den Grenzen des Globigerinenschlamms, welche etwa in die Tiefe von 2 bis 3000 m fällt[1]), und eine solche der Nordhemisphäre mit dem Verlauf des Golfstroms zur Zeit der größten Kontinentalausdehnung, bezw. Hebung der Kruste.

Dieser Bericht ist in sofern von Bedeutung, weil daraus hervorgeht, daß man in gelehrten Fachkreisen anfängt, im Gegensatz zu den bisherigen Theorien auf kosmischem Gebiet, die Entstehung der Eiszeiten in terrestrischen Ursachen, besonders in großen Schwankungen der Verbreitung von Ozeanen und Festländern zu suchen.

Dabei hat sich allerdings, wie vielfach in solchen Fällen, wieder ein fundamentaler Irrtum eingeschlichen, indem man die Eiszeit mit der größten Ausdehnung der Kontinente zusammenfallen läßt. Das zeugt von einer groben Außerachtlassung der wichtigsten hierhergehörenden Tatsachen, und das sind folgende:

---

[1]) Siehe die Karte des Atlantik während der letzten Kontinentalperiode im 11. Heft des Jahrganges 1912 von J. Perthes' Geogr. Anzeiger



Die vorwiegend ozeanische Südhemisphäre hat auf dem Südpolarland und Neuseeland z. B. dieselben Gletscherverhältnisse wie die Nordhalbkugel zur Eiszeit. Auf der Nordhälfte der Erde tragen wiederum nur ganz insular gelegene Länder wie Grönland und Spitzbergen Gletscher von größerer Ausdehnung, während die höchsten Gebirge wie diejenigen Tibets, wenn sie entfernt vom Meere liegen, wenig Schnee und keine Gletscher aufweisen. In der jüngsten geologischen Vergangenheit dehnte sich das sibirisch-arktische Meer über weite Flächen Sibiriens aus, die heute Festland sind. Die jüngsten Alluvionen bezeugen, daß während derselben Zeit alle Flüsse und Seen weit wasserreicher waren als heute. Hand in Hand mit dieser rezenten Austrocknung hat nachweislich ein allgemein vorwiegendes Schwinden der Gletscher stattgefunden, unsere klimatischen Verhältnisse sind unzweifelhaft aus der letzten Eiszeit hervorgegangen. In derselben rezenten Zeit der Austrocknung haben aber beträchtliche säkulare Hebungen aller arktischen Küsten stattgefunden, der Rückzug der Gletscher steht also sicher mit der Ausdehnung des Festlandes in genetischem Zusammenhang, nicht mit einem Überhandnehmen maritimen Klimas. Wenn ein Landrücken zwischen Grönland und Schottland den Golfstrom nicht zu uns ließ, so blieben auch die feuchten Winde spärlicher, unser Klima war kontinentaler, es war die Zeit der europäischen Steppen und der Lößbildung, also die Zwischenzeit[1]). Am schlagendsten wird das Zusammenfallen der letzten Eiszeit mit einem Hochwasserstand des Meeres durch die jungalluvialen Ablagerungen an den Mündungen der letzten eiszeitlichen Urströme Norddeutschlands bewiesen. Diese seeartig breiten Ströme, die unzweifelhaft aus Schmelzwässern der die baltische Seenplatte bedeckenden Eiskalotte gebildet waren und an deren Südrand flossen, ergossen sich in breiten Ästuarien in die offene Nordsee. Da sie sich an ihren Mündungen so stark verbreiterten, wie ihre Alluvionen dokumentieren, so war das nur möglich bei einem höheren Wasserstand der Nordsee als dem heutigen, unmöglich aber zu einer Zeit, als das ganze Gebiet gehoben war, sodaß der Nordseeboden Festland war. Die Lagerungsverhältnisse der Sedimente des Nordatlantik dürften sich vielmehr folgendermaßen erklären.

Die das Liegende des Globigerinenschlammes und ihn umsäumende gletschersteingespickte Tonschicht stammt aus der vorletzten oder großen Eiszeit. Die geologisch völlig gleichartigen Fjordküsten von Labrador, Grönland, Island, Schottland und Skandinavien waren damals noch nicht so weit auseinandergerissen wie heute, das nordamerikanische Gletschergebiet bildete mit dem nordeuropäischen eine zusammenhängende Kalotte, daher ihre größere Ausdehnung. Die Eisbarriere zwischen Grönland und Schottland schwamm auf dem damals hochstehenden Ozean und lieferte die Eisberge, die die nordischen Geschiebe auf weite Flächen nach Süden verfrachteten. Durch weitverbreitete langanhaltende säkulare Hebungen der Kruste wurde das Meer verdrängt, es wurde zu eng, wie die Weste auf einem wachsenden Schmerbauch. Es trat weit von den bisherigen Küsten zurück. Das Klima der Festländer wurde kontinentaler, diese trockneten aus, die Gletscher schwanden, es war die Periode der Steppenlößbildung, der Steppen- und Wüsten-Fauna und -Flora. Damals muß das Meer viele Jahrtausende nur soweit gereicht haben wie der Globigerinenschlamm heute lagert, dafür zeugt die verhältnismäßige Mächtigkeit dieser Ablagerung. Als am Schluß dieser Periode (der Interglazialzeit) die Kruste zurücksank, war die Entfernung der amerikanischen und europäischen Fjordküsten durch die vorhergegangene Ausdehnung der Kruste sehr vergrößert, die beiden Eiskalotten konnten sich nicht mehr vereinigen, die Gletscher nicht mehr zu der großen Ausdehnung der vorletzten Eiszeit gelangen, darin dürfte die Ursache der größeren Vereisung der vorletzten Eiszeit zu suchen sein.

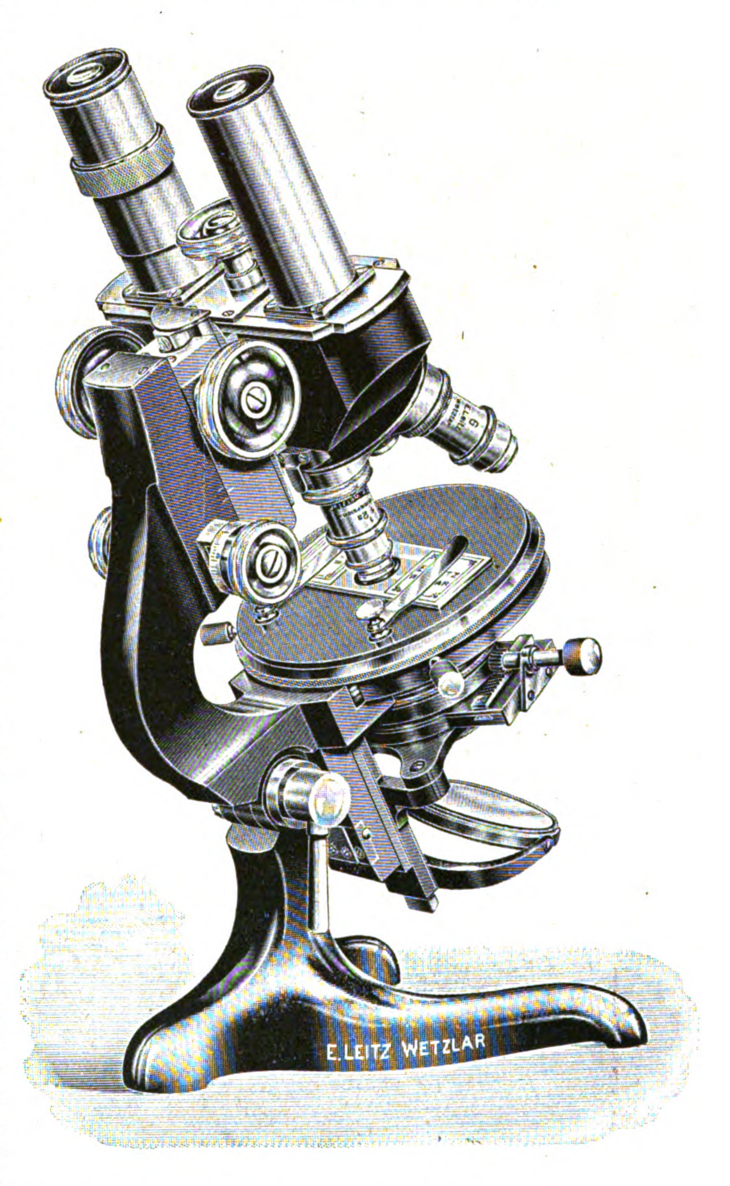
Wenn die Festlandeisbarriere bei Island und das Globigerinenmeer gleichzeitig existiert hätten, so müßte der Globigerinenschlamm genau so mit Gletschersteinen durchsetzt sein wie der darunterliegende Ton; dem widersprechen aber, wie wir oben sehen, die Tatsachen. Jedenfalls hat der Zeitraum von 13 000 Jahren, der nach Angabe unserer Forscher seit Beginn der letzten Eiszeit mindestens verflossen sein muß, nicht genügt, um eine Globigerinenschlammschicht von merklicher Stärke auf dem das alte Globigerinengebiet umsäumende Tonufer abzusetzen, und die Treibeismassen der letzten Eiszeit waren nicht entfernt so reich wie die der vorletzten oder großen. Wenn die Bildung der beiden Formationen: steingespickter Gletscherton und Globigerinenschlamm gleichzeitig stattgefunden hätte, so dürften sie überhaupt nicht von einander getrennt lagern, wie sie es tatsächlich tun, sie müßten untermischt sein. Ihre Bildung ist offenbar in weit auseinanderliegenden Perioden unter ganz verschiedenen geophysischen Verhältnissen erfolgt. Als Gletschersteine und -Schlamm abgesetzt wurden, war der Nordatlantik viel zu kalt für die Lebensbedingungen der Globigerinen, und als sich das Wasser hierzu genügend erwärmt hatte, fand keine Eisdrift mehr statt.

H. Habenicht- Gotha

[1]) Zur großen Gletscherbildung gehören reichliche wenig unterbrochene Schneefälle, um den Verlust durch Abtauen zu überwiegen



Binokulares Mikroskopieren. Von der Firma E. Leitz in Wetzlar wird neuerdings ein nach den Angaben von F. Jentzsch konstruiertes Mikroskop in den Handel gebracht, das darauf beruht, nicht bloß mit einem Auge zu mikroskopieren, sondern mit beiden. Zu dem Zwecke wird das von dem Objekt kommende Lichtstrahlenbündel geteilt, sodaß die Hälfte in jedes Auge fällt. Es ist selbstverständlich, daß dadurch ohne Weiteres kein stereoskopisches Sehen erzielt wird. Denn man bekommt ja die Lichtstrahlen von einer und derselben Ansicht, man erhält für beide Augen dasselbe Bild. Eine stereoskopische Wirkung tritt aber nur ein, wenn jedes Auge ein anderes Bild, eine andere Ansicht erhält. Das binokulare Sehen bietet dennoch große Vorteile, weil man imstande ist, die Eigenschaften beider gewöhnlich ziemlich ungleicher Augen auszunutzen. Es wird oft der Fall eintreten, daß das eine Auge eine besonders gute Dunkelanpassung besitzt, weil bei ihm der Stäbchenapparat besonders gut funktioniert, im andern aber vielleicht der Zapfenapparat im Vorteil ist.[1]) Benutzt man nur ein Auge — und man gewöhnt sich bei der Benutzung optischer Instrumente ja meistens an irgend eins —, so hat man alle Nachteile dieses einen in Kauf zu nehmen, während man bei der Anwendung zweier die optimalen Eigenschaften beider auszunutzen vermag.



Obwohl nun eigentlich durch die Konstruktion des neuen Mikroskopes, das mit einer halbdurchlässigen Silberschicht und mit Prismen arbeitet, noch Licht verloren geht, hat man doch den Eindruck, als ob beim Binokularmikroskop eine Helligkeitssteigerung eintritt. Die logische Durchdringung dieses Umstandes ist schwierig und wohl auch noch verfrüht, weil es hier eben noch sehr viel zu entdecken gibt, was wir dazu wissen müßten.[2]) Wir können jedoch aus der allgemeinen Erfahrung beim Sehen mancherlei ableiten, was für diese Frage wichtig ist. So hat wohl jeder den Eindruck, daß er mit beiden Augen eine Fernsicht besser durchdringt als mit einem, obwohl das Stereoskopische ganz zurücktritt. Einen wesentlichen Anteil an der Verbesserung des zweiäugigen Sehens gegenüber dem einäugigen schreibt Herr Jentzsch einer Erscheinung zu, die er nach Richard Semon „Vividität" nennt. Man könnte „Vividität" vielleicht am besten mit „Lebhaftigkeit" verdeutschen, obwohl dieses Wort das nicht ganz wiedergibt, was darunter verstanden werden soll. Man kann etwas sehr stark wahrnehmen, ohne es doch gerade lebhaft zu bemerken. Hört man z. B. das Straßengeräusch, das ja viele feine Geräusche oder Töne zu übertönen pflegt, so hört man durch dieses hindurch doch das heimlich und leise geführte Gespräch zweier Personen, die hinter einem gehen, mit einer gewissen Lebhaftigkeit und Eindringlichkeit. Wir pflegen uns dann ganz auf die Wahrnehmung dieses Gespräches einzustellen und das uns umtosende Straßengeräuch gegen jenes uns interessierende Gespräch zurückdämmen. Jenes hören wir mit halbem Ohr, wie die Gartenmusik, während welcher wir uns unterhalten, dieses aber interessiert uns so, daß wir dafür

---

[1]) Siehe Linke, Stäbchensehen in klarer Sternennacht. Weltall, 14. Jg., Heft 9, S. 125 fg.

[2]) Wir verweisen dabei auf die Ausführungen des Herrn Dr. Felix Jentzsch in der „Physikalischen Zeitschrift„ XV (1914) S. 56 fg.

„ganz Ohr" sind. Solche Vergleiche gibt es aus allen Sinnesgebieten. Sind wir z. B. erst einmal darauf aufmerksam geworden, daß uns jemand verfolgt oder belauscht, so empfinden und hören wir alle seine Bewegungen, sein Heranschleichen usw. durch alle andern Geräusche hindurch zwar sehr leise, aber mit großer „Vividität". Diese ist auch von den Begleitgeräuschen völlig unabhängig. Liegen wir im Bett und ist es um uns her ganz still, so hören wir doch die Tritte eines Schleichenden, die so leise wie möglich sind, uns doch aber so lebhaft zum Bewußtsein kommen, daß wir sie genau empfinden und hören. Das ferne Licht, das uns in der Dunkelheit auffällt, blitzt und blinzelt zu uns her, obwohl wir optisch gesprochen so gut wie einen einzigen Lichtstrahl nur empfangen. Ein feiner Giftstoff verschwindet wohl unter einer großen Menge Speise, er gibt nur einen feinen lebhaften eindringlichen Geschmack oder Geruch. Alles also, was so eindringlich und innerlich lebhaft an unsere Reizpforten klopft, ohne daß sein Pochen gerade intensiv, stark zu sein braucht, fällt unter den Begriff der „Vividität".

So ist es mit dem zweiäugigen Sehen auch. Nicht allein der stereoskopische Effekt, der ja überhaupt schon bei größerer Entfernung von uns verschwindet, sondern vor allem die größere Lebhaftigkeit und Eindringlichkeit, die Vividität, vermittelt uns das Angenehme und den Wunsch, möglichst zweiäugig zu sehen. Es steckt also wirklich etwas dahinter, wenn meine Mutter kleine Photographien, die sie mit ihren alten geschwächten Augen nicht mehr so gut sehen und entziffern kann, in den Stereoskopapparat steckt und dann behauptet, sie sähe sie viel besser. Der Physiker lächelt darüber und meint, die Einbildung täte dabei das meiste. Das stimmt aber nicht, denn er vernachlässigt dabei die physiologischen und psychologischen noch viel zu wenig durchforschten Faktoren.

So kommt bei jedem binokularen Instrument eine große Vividität des Gesehenen zustande, die große Vorteile gegen das einäugige Betrachten hat. Zu alledem kommt aber beim Binokularmikroskop in der Tat mitunter bei ganz schwachen Vergrößerungen reguläres stereoskopisches Sehen zustande, wenn nämlich die Augen des Beobachters zu den Okularen nicht zentriert sind. „Man muß nur dafür sorgen, daß in jedes Auge bloß die eine Hälfte der vom Objekt ausgehenden Strahlen gelangt. Und zwar müssen wegen der Bildumkehrung im Mikroskop die von der linken Hälfte des Objekts ausgehenden Strahlen ins rechte Auge geleitet werden, und die von rechts kommenden ins linke, wenn man orthoskopische Wirkung erzielen will. Im umgekehrten Falle tritt die pseudoskopische Wirkung auf, d. h. Erhabenes sieht vertieft aus usw. Diese Verhältnisse sind zuerst von Abbe[1]) 1882 geklärt worden."

So ist das Binokularmikroskop dem monokularen in jeder Beziehung erheblich überlegen, obwohl durch die Silberschicht, die das vom Objekt kommende Licht halbiert und in die beiden Okulare leitet, etwas Licht absorbiert und die Bilder ganz schwach verfärbt werden. F. L.

Bücherschau

P. Bejeuhr, Das Fliegen. Was jeder vom Fliegen, dem Bau und der Handhabung der Flugmaschinen wissen muß. Volkstümlich dargestellt mit zahlreichen Bildern. Preis 60 Pfg. Verlag Klasing & Co, Berlin.

Die kleine Broschüre soll sich ihrer ganzen Ausführung nach an die Allgemeinheit wenden. Sie setzt daher keinerlei theoretische Grundlagen voraus, sondern geht bei der Erklärung der zum Fliegen nötigen Bewegungsvorgänge lediglich von Beispielen aus, die uns ständig begegnen. Die Vorgänge am Drachen werden dazu benutzt, um in das Wesen der Flugtechnik einzudringen. Jede Formel ist natürlich vermieden, damit das Schriftchen leicht lesbar bleibt und geeignet ist, in breiteste Kreise zu dringen. Die modernen Flugapparate werden einer Besprechung nach ihrer Herstellungsart unterzogen und durch gute Bilder erläutert.

Bei der Redaktion eingegangene Bücher

Gilbert, Leo, Das Relativitätsprinzip, die jüngste Modenarrheit der Wissenschaft. Und die Lösung des Fizeau-Problems. 8°. 124 S. Brackwede i. W. 1914. Verlag Dr. W. Breitenbach. 3 M.

---

[1]) E. Abbe, Über die Bedingungen der orthoskopischen und pseudoskopischen Wirkung in dem binokularen Mikroskop. 1882. Ges. Abhandlungen I. S. 319—324

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

INHALT

Das Flugwesen

Von Fritz Taendler

1

Erst in unseren Tagen ist es den erstaunlichen Fortschritten der Technik gelungen, den uralten Wunsch der Menschheit: die Beherrschung der Luft, zu erfüllen. Die Lösung des Flugproblems ist nicht das Verdienst eines einzelnen Mannes; es ist das Wiederbeleben und Ausführen langschlummernder Pläne und Gedanken, die schweifende Phantasie und unvollkommene Technik im Laufe der Zeiten erzeugt hatten. Es ist die Fortführung von Ideen früherer Geschlechter; die praktische Ausführung und die Erfolge sind uns erst durch die Vielseitigkeit der modernen Technik, Wissenschaft und Forschung möglich geworden. Das Flugproblem hat die bedeutendsten Geister aller Zeiten lebhaft beschäftigt, und daher kommt es wohl auch, daß um verschiedene Erfindungen heute so lebhafter Streit über den ersten Erfinder entbrannt sind; es ist nachweisbar, daß einige grundlegende Formeln, Gesetze und Konstruktionen unabhängig voneinander gleichzeitig oder mit jahrelangem Abstand von mehreren Männern erfunden worden sind.

Ein Überblick über die historische Entwicklung des Flugwesens zeigt uns die Bemühungen der Menschheit, sich zu den Herren des Luftmeeres zu machen.

2

Es ist anzunehmen, daß die Schilderung des Fluges von Dädalus und Ikarus auf irgend welchen tatsächlichen Versuchen beruht, sich vom Erdboden zu erheben. Ebenso die Sage von Phrixos und Helle, die sich auf einem Widder in die Lüfte erhoben, um dem Haß der Ino zu entgehen. Bekannt ist ferner die Mythe vom Waffenschmied Wieland, der sich, ähnlich wie Hephästos der griechischen Sagenwelt, ein kunstreiches Flügelkleid baute. Wenn diese Sagen auch nichts mit dem Flugwesen zu tun haben, so sind sie doch bemerkenswert, weil in ihnen zuerst der Gedanke des Menschenfluges auftaucht. Überliefert ist uns, daß der Gelehrte Archytas aus Tarent (400—365 v. Chr.) ein Flugmodell aus Holz anfertigte, das er „fliegende Taube" nannte. Archytas unternahm den ersten Schritt, das Problem des Menschenfluges wissenschaftlich zu lösen; während in den folgenden Jahrhunderten auch nicht ein einziges Projekt auftaucht, das sich auf irgend welche wissenschaftlichen Studien stützt. Überhaupt ruhte die Beschäftigung mit dem Flugwesen fast ein Jahrtausend, wenn man von wenigen höchst phantastischen Plänen absieht.

Um das Jahr 1060 soll ein englischer Mönch im Kloster Malmesbury versucht haben, sich von einem Turme mit selbstgefertigten Flügeln herabzulassen,



und dabei tödlich verunglückt sein. So wird auch u. a. von einem Nürnberger Bürger namens Vorsinger berichtet, der sich (im fünfzehnten Jahrhundert) mit „künstlichen Flügeln" von einer Anhöhe herabließ. Um 1660 baute sich der Augsburger Schuhmacher Idler ein „Flügelwerk"; der „fliegende Schuster" stürzte aber beim ersten Versuche und brach sich das Genick. Alle diese Bemühungen, sich mit kunstvoll gezimmerten Flügeln in der Luft zu halten, waren aber erfolglos, da die Flügel ohne die geringste Kenntnis von den Gesetzen des Fluges hergestellt waren, und weder Beobachtungen des Vogelflugs noch Berechnungen über die Tragfähigkeit angestellt worden waren.

3

Erst seit kurzer Zeit wissen wir, daß der bedeutendste Flugtechniker vergangener Zeiten Leonardo da Vinci war. In seinen kürzlich aufgefunddenen Tagebuchblättern und Aufzeichnungen finden wir erstaunliche Berechnungen über die Kraft des Flügelschlages, über den Schwebeflug und über den Flug der Vögel und Insekten. Leonardo wies zuerst darauf hin, daß aus Federn zusammengesetzte Flügel für den menschlichen Flug nicht in Betracht kämen. Es sind Konstruktionszeichnungen Leonardos erhalten, die uns genau erkennen lassen, wie er sich eine zukünftige Flugmaschine dachte: 2 bespannte Flügel, die an einem Gerüst sitzen, an dem sich der Flieger festhält. Durch Treten von Pedalen und Drehen von Kurbeln bewegen sich die Flügel schlagend auf- und abwärts. Wichtiger aber als die immerhin fraglichen Konstruktionen Leonardos sind seine Flugtheorien. Ich möchte auf einen Aufsatz von Dr. H. Donaties: „Leonardo da Vincis Flugtheorie" hinweisen, der ein genaues Bild der Forschungen, Beobachtungen und Konstruktionen Leonardos gibt.[1]) Leonardo hat ferner die erste Luftschraube konstruiert: die Luftschraube, die heute alle unsere Flugzeuge und Luftschiffe treibt. Er erkannte sehr richtig zunächst die Hubkraft einer solchen Schraube, die „in schnelle Drehung versetzt, sich ihre Mutter in der Luft macht und so in die Höhe steigt"[2]). Leonardo hat hiermit die Schraubenflieger erfunden, auf die wir später noch zu sprechen kommen.

4

In der Folgezeit wurden verschiedene Versuche mit Fallschirmen unternommen, meistens mit negativen Erfolgen. Dagegen sollen einem französischen Schlosser zur Zeit Ludwigs XIV. mit einer Flugmaschine, deren Flügel er durch Muskelkraft bewegte, Flüge geglückt sein, jedoch ist dies wenig wahrscheinlich. — Ein interessantes Projekt ist das des badischen Baumeisters Meerwein, der mit Hilfe einer gewölbten Fläche von erhöhten Punkten herabschweben wollte. Wenn auch seine Konstruktion keine praktischen Erfolge erzielt haben würde, ist sie doch dadurch bemerkenswert, daß sie die Flügelform moderner Flugmaschinen ungefähr aufweist. — Zu erwähnen ist ferner der Plan des Wiener Uhrmachers Jakob Degen (Anfang des 19. Jahrhunderts), der bei bemerkenswerter Ausnutzung aller ihm zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel einen Flugapparat mit einem Ballon verbinden wollte, um so den Auftrieb des Ballons und den Vortrieb der Flugmaschine zu vereinigen.

---

[1]) „Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift" XVI. Jahrg., Heft 1 ff.

[2]) Feldhaus, „Eroberung der Luft". Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Alle diese Projekte waren aber erfolglos, da es nicht die nötige leichte Kraftquelle gab, um den genügenden Auftrieb zu erlangen. Es hatte sich herausgestellt, daß die menschliche Kraft zu gering war, um Schlagflügel dauernd zu bewegen; auch jene, die ihre Flugzeuge durch die hebende Kraft des Windes fliegen lassen wollten, sahen sich getäuscht. — Nach der Erfindung der Dampfmaschine glaubte man, daß diese zum Antrieb für Flugzeuge in Betracht käme; doch es zeigte sich bald, daß die Dampfmaschine, sollte sie genügende Kraft erzeugen, viel zu schwer sei. — Um 1842 entstand das geniale Flugprojekt des Engländers Henson, der zusammen mit Stringfellow einen Drachenflieger konstruierte, der als ein Vorläufer der modernen Flugzeuge anzusehen ist. Es ist erstaunlich, mit welcher technischen Vollkommenheit und Durchbildung Henson sein Modell entwarf. Als Kraftquelle war eine Dampfmaschine gedacht, die zwei Luftschrauben hinter den Tragflächen antrieb. Die Anordnung der Trag- und Steuerflächen, der Kabine für Flieger und Passagiere, des Fahrgestells und der Dampfmaschine entsprach im wesentlichen unseren heutigen Eindeckern. Hensons Modell kam im großen nicht zur Ausführung. — Die Modelle der nächsten Zeit (Stringfellow, de Temple u. a. m.) interessieren in technisch konstruktiver Hinsicht, weisen aber keine praktischen Erfolge auf. Erst 1871 gelang es Alphonse Pénaud ein kleines Modell zum Fliegen zu bringen. Ihm kam es nicht darauf an, die genaue Nachbildung eines menschentragenden Flugzeugs zu bauen; er wollte nur die Möglichkeit des Fluges „schwerer als die Luft" beweisen. Sein Modell bestand aus einer Längsachse aus Holz, an der ein größeres Flügelpaar vorne, ein kleineres hinten (mit verschiedenem Anstellwinkel) angebracht war. Durch elastische Gummischnüre, trieb er eine Luftschraube am hinteren Ende der Holzachse an. Dieses Modell „Planophore" legte gleich bei seinem ersten Fluge (1871) eine Strecke von 40 m zurück. Es zeichnete sich besonders durch ruhigen Flug und gute Stabilität aus. Zum beabsichtigten Bau eines großen Drachenfliegers ist Pénaud nicht gekommen. Gleichfalls gute Erfolge erzielten die Modelle des Wiener Ingenieurs Wilhelm Kress (1877). Tatin und Hargrave konstruierten Modelle, die durch komprimierte Luft und auch durch Dampf getrieben wurden; diese Modelle haben in den 70er und 80er Jahren freie Flüge bis über 100 m ausgeführt. In der Folgezeit mehrten sich die flugfähigen Modelle, aber kein einziges kam im großen zur Ausführung.

5

In diese Zeit fällt auch die Konstruktion eines Riesenflugzeugs von dem bekannten Erfinder Hiram Maxim. Dieser baute einen „Vieldecker" mit einem Stahlrohrgerüst; eine Dampfmaschine von 360 PS. sollte die nötige Kraft liefern. Tatsächlich hob sich beim ersten Versuch die ungeheure Maschine. Aber infolge eines Defekts wurde sie auf eine nebenliegende Wiese geschleudert und zertrümmert. Wenn auch Maxims Konstruktion keine Lösung des Flugproblems bedeutete, ist sie doch wegen ihrer technischen Durchführung bemerkenswert, und die Versuche Maxims haben den Flugtechnikern der nächsten Jahre wichtige Erfahrungstatsachen gezeigt.

6

Am 14. Oktober 1897 soll Clément Ader mit seinem Drachenflieger „Avion" auf dem Exerzierplatz Sartory den ersten freien Flug ausgeführt

haben. Erwiesen ist, daß sich sein Flugzeug mehrere Male vom Boden erhoben hat. Ob es sich aber um Flüge oder Sprünge gehandelt hat, läßt sich schwer feststellen. Ader, der sich von frühester Jugend an mit der Aviatik beschäftigt hatte, baute mit Unterstützung des französischen Kriegsministeriums mehrere Flugzeuge, deren drittes er „Avion“ nannte. Der „Avion“ glich in seiner Form einer Fledermaus. Die Tragflächen waren zusammenlegbar, was für die Praxis von Bedeutung ist; der Antrieb erfolgte durch eine 30 PS-Dampfmaschine, die zwei Propeller trieb. In konstruktiver Hinsicht zeigte dieser Drachenflieger einen bedeutenden Fortschritt. Leider zerstörte Ader, entmutigt, weil ihm das Kriegsministerium weitere Mittel zur Fortführung der Versuche verweigerte, sein Lebenswerk, so daß wir keine allzu genaue Kenntnis von seinem eigenartigen Flugzeug haben.

7

Aber weder die Versuche Maxims noch die Aders und anderer (wie Kreß, Hoffmann, Herrings und Langley) zeitigten größere Erfolge. Die Lösung des Flugproblems sollte von ganz anderer Seite erfolgen: nicht mit großen Flugzeugen und schweren starken Motoren war der Menschenflug zunächst zu erreichen, sondern der motorlose Gleitflug sollte das Problem der Lösung nahe bringen. — Zum Gleitfluge bedarf es zweier starrer Flügel (einer Fläche), die groß genug sind, das Gewicht des Menschen zu tragen. Der Gleitflug ist eigentlich ein Fallen infolge des Gewichts des Körpers und das Weiterschweben auf Kosten der Geschwindigkeit mit Hilfe der Tragflächen. Den Gleitflug sehen wir bei allen Vögeln, wenn sie nach einigen Flügelschlägen mit ausgebreiteten Schwingen weiter „gleiten“. Der erste, der nach diesem Prinzipe praktische Versuche anstellte, war Le Bris; seine Versuche zeitigten aber keine bedeutenden Resultate.

Otto Lilienthal war es, der das Wesen des Gleitfluges ergründete und Gleitflüge mit größtem Erfolge ausführte. Bereits als Knabe hatte er sich mit dem Flugwesen beschäftigt und während seines Studiums Gleitflugvorrichtungen konstruiert. Gleich die ersten Versuche, mit schwach gewölbten Segelflächen von erhöhtem Standpunkte herabzuschweben, waren erfolgreich gewesen. Seine Flugzeuge waren nicht dadurch entstanden, daß er die Gleitflächen der Vögel nachahmte; sie waren vielmehr die Folgerungen von genau durchgeführten Beobachtungen und Messungen über Luftwiderstand, Flächengröße und Flächenform. Seine Gleitflugapparate bestanden aus Weidenholzgestellen, die mit wachsgetränktem Schirting bespannt waren. Er hielt sich mit den Armen am Flugzeug fest und stellte durch Verlegen des Schwerpunkts mit dem Körper die Gleichgewichtslage her. Die herabhängenden Beine wurden zum Ausgleich der Steuerung beim Kippen des Apparats nach den entsprechenden Seiten gestreckt. Lilienthal konstruierte eine größere Anzahl Ein-, Zwei- und Dreidecker, mit denen er zunächst in den Rhinower Bergen bei Rathenow, später von seinem Flughügel bei Groß-Lichterfelde Gleitflüge von mehreren 100 m Länge ausführte. Es gelang ihm sogar häufig, sich über den Abflugsort zu erheben. Bei den günstigen Resultaten seiner Gleitflugversuche wollte es Lilienthal nicht bewenden lassen und er schickte sich gerade an, ein Motorflugzeug zu konstruieren, als er am 9. August 1896 bei Groß-Lichterfelde tödlich verunglückte. Er probierte eine neue Vorrichtung aus, die Steuer durch Bewegen des Kopfes zu betätigen und, während der erste Flug tadellos

geglückt war, neigte sich beim zweiten Fluge der Apparat plötzlich und stürzte senkrecht zur Erde. Lilienthal wurde mit gebrochenem Rückgrat unter den Trümmern des Flugzeugs hervorgezogen. Leider schreckte diese Katastrophe die deutschen Techniker viele Jahre lang ab, sich weiter mit Flugversuchen zu beschäftigen. Aber trotzdem war Lilienthals Werk nicht verloren. Denn erstens hat er uns mehrere grundlegende Werke über die Gesetze des Menschen- und Vogelflugs hinterlassen [1]), und zweitens fanden sich in verschiedenen Ländern tatkräftige junge Leute, die sich begeistert Schüler Lilienthals nannten und in seinem Sinne weiter arbeiteten: in Österreich, Wels und Etrich, Ferber in Frankreich, Chanute und die Gebrüder Wright in Amerika seien erwähnt.

8

Inzwischen war der mit Benzin gespeiste Explosionsmotor von Gottfried Daimler erfunden worden. In dem schnellaufenden Motor war den Flugtechnikern die ersehnte Kraftquelle gegeben. Die junge Automobilindustrie der 90er Jahre richtete ihr Augenmerk besonders auf die Herstellung leichter aber kräftiger Motoren. So arbeiteten sich Motorkonstrukteure und Flugtechniker gegenseitig in die Hände, und nachdem der Automobilmotor seine uns bekannte Form angenommen hatte, war das flugfähige Motorflugzeug nur noch eine Frage des Geldes und der Versuche. Besonders galt es, die Betriebssicherheit zu erhöhen und das Gewicht zu verringern, denn bei 15 kg Motorgewicht auf die Pferdestärke schien ein Flug unmöglich zu sein. Nachdem aber in den folgenden 6 bis 8 Jahren das Motorgewicht bis auf 5 kg pro PS gesunken war [2]), sollte auch das Problem des freien Fluges gelöst werden. Der erste bestätigte Motorflug eines Menschen fand am 13. Dezember 1903 in den Dünen von Kitty Hawk in Nordkarolina statt. Wenn auch an diesem Tage der Wrightsche Doppeldecker nur 200 m in freiem Fluge zurücklegte, so war doch der Beweis für die Möglichkeit zu fliegen erbracht, die ballonlose frei fliegende Flugmaschine war erfunden.

9

Nach dem Tode Lilienthals hatten die Brüder Orville und Wilbur Wright seine Werke über Vogelflug und Flugtechnik eingehend studiert. Durch den amerikanischen Ingenieur Oktave Chanute wurden sie angeregt, sich auch praktisch mit dem Flugproblem zu beschäftigen. Nach jahrelangen Studien an Drachenflächen und Gleitmodellen waren sie zur Konstruktion eines Gleitfliegers geschritten, der hauptsächlich aus zwei übereinander angeordneten Tragflächen und dahinterliegenden kleinen Steuerflächen bestand. Dieser Apparat glich ungefähr den Gleitzweideckern Lilienthals und Chanutes. Eine bedeutende Verbesserung, die die Wrights vornahmen, bestand darin, daß sie vor den Tragflächen eine schmalere Höhensteuerfläche anbrachten, durch die die Stabilität des Flugzeugs wesentlich erhöht wurde. Im Laufe ihrer Versuche kamen die Wrights aber zu einer prinzipiellen Veränderung des Gleitfliegers. Sie hingen sich nicht mehr an diesen, indem sie mit dem Körper gleichsam wie ein Pendel die Gleichgewichtslage herstellten, son-

[1]) Auf diese näher einzugehen, verbietet der beschränkte Raum, aber ein Zeugnis der Keimkraft seiner Ideen ist, daß heute, nach zwanzig Jahren der schnellsten Entwicklung des Flugwesens, immer wieder auf Lilienthal zurückgegangen wird

[2]) Heute wird durchschnittlich 1,85 kg pro PS gerechnet

dern legten sich in die Mitte der unteren Tragfläche. Hierdurch wurde ein weit ruhigerer Flug erzielt, da jetzt Flugzeug und Körper des Fliegers gleichsam ein starres System bildeten. Zur Erhaltung der Gleichgewichtslage ersannen sie nun eine Vorrichtung, womit sie die Wölbung der Tragflächen an den äußeren Rändern vergrößern und verkleinern konnten. Und zwar so: hatte der eine Flügel eine größere Wölbung und sammelte sich unter ihm daher eine größere Luftmasse, so verminderte der andere Flügel seine Wölbung (infolge zwangsläufiger Kuppelung) und bot dadurch der Luft, die unter ihm wegstrich, weniger Widerstand. Mit dieser Vorrichtung, die sie „Verwindung" nannten (gauchissement), konnten sie jeden Windstoß, der ihr Flugzeug zum Kippen zu bringen drohte, parieren [1]). Mittels einer besonderen Vorrichtung betätigten sie durch einen Hebel sowohl Verwindung (Schräglagensteuerung) wie auch Seitensteuer. Nachdem so den Wrights einige tausend Gleitflüge geglückt waren, bauten sie 1903 einen selbstkonstruierten leichten Motor in ihren Zweidecker, der zwei gegenläufige hinter den Tragflächen angebrachte Propeller trieb. Durch die Wucht eines herabfallenden Gewichtes wurde das Flugzeug auf einer Startschiene mit großer Schnelligkeit vorwärts geschleudert, um so die nötige Anfangsgeschwindigkeit zu erzielen. Gleich der erste Versuch war erfolgreich, denn nach Verlassen der Startschiene erhob sich das Flugzeug in die Luft. — Nach verschiedenen Verbesserungen an ihrem Zweidecker wandten sich die Wrights an das amerikanische Kriegsministerium und boten diesem ihre Erfindung zum Kauf an. Als sie aber abgewiesen wurden, traten sie nun an die Öffentlichkeit [2]), die die Berichte von den „fliegenden Brüdern" aber für „Bluff" hielt. Erst nachdem sich eine Sachverständigenkommission von den Flügen überzeugt hatte, wurde den Wrights Glauben geschenkt. Bald führten sie ihre Flüge vor aller Öffentlichkeit aus, und man mußte sich nun an den Gedanken gewöhnen: das Problem des Menschenfluges war gelöst.

10

In der Zwischenzeit waren aber auch in Europa die Flugversuche mit Erfolg fortgesetzt worden. In Frankreich war es der Brasilianer Santos Dumont, der unermüdlich neue Luftfahrzeuge ersann, nachdem er bereits mit Lenkballonen erfolgreiche Flüge ausgeführt hatte. Am 13. September 1906 führte er den ersten Motorflug auf dem europäischen Festlande aus. Santos Dumont legte in 21 Sekunden eine Strecke von 220 m zurück. In diesem Fluge benutzte er einen recht primitiven Zweidecker, der im wesentlichen aus mehreren zusammengesetzten Hargrave-Kasten-Drachen bestand. Der Antrieb erfolgte durch einen Antoinette-Motor. — Einen Tag vor Santos Dumonts erstem Flug soll schon der Däne Ellehammer, der sich auf der kleinen Insel Lindholm mit Drachenfliegerversuchen beschäftigte, einen kurzen Flug auf einem Motor-Dreidecker ausgeführt haben.

Nun mehrten sich bald die flugfähigen Apparate. Die Gebrüder Voisin, die sich schon jahrelang mit flugtechnischen Experimenten befaßt hatten,

---

[1]) Bereits 1865 erfand der Franzose Mouillard die Verwindung für Flugzeugflächen. Aber seine flugtechnischen Studien wurden wenig bekannt und auch die Wrights dürften seine Erfindung nicht gekannt haben, sodaß ihnen nicht nur die Verwirklichung zu verdanken ist, sondern sie auch die Verwindung von neuem erfunden haben

[2]) Um ihre Erfindung gänzlich geheim zu halten, hatten sie sich bisher in die öden Dünen von Kitty Hawk zurückgezogen

bauten einen Zweidecker, mit dem der junge Bildhauer Delagrange kürzere Flüge ausführte. Auch der Voisinsche Doppeldecker wurde nach dem Prinzip der Hargraveschen Kasten-Drachen konstruiert. Zwei übereinander angeordnete Tragflächen wurden durch vier vertikale Flächen in drei Zellen geteilt, in deren mittelster Sitze und Motoranlage angeordnet war. Der Propeller lag hinter den Tragflächen. Ein schiffartiger Bau, der das Höhensteuer trug, ragte nach vorn. Den Schwanz des Flugzeugs bildete eine kleinere Zelle, deren vertikale Flächen als Seitensteuer dienten. — Am 23. Oktober 1907 gelang es Henry Farman, auf einem Doppeldecker Voisinscher Konstruktion, einen längeren Flug auszuführen, und zwar legte er 700 m in 6 m Höhe zurück. Schnell folgten jetzt bessere Leistungen: Am 13. Januar 1908 legte Farman als Erster einen Kilometer in freiem Fluge zurück, und zwar wendete er die Maschine in der Luft, um wieder am Aufstiegplatz zu landen. Später widmete sich Farman selbst der Konstruktion von Zweideckern, und er hat einen Typ geschaffen, der jahrelang als Vorbild für alle Zweideckerkonstruktionen galt. — Zu dieser Zeit trat auch Louis Blériot mit seinen Plänen an die Öffentlichkeit. Er hatte aber zunächst wenig Glück, denn 10 verschiedene Flugzeuge, die er nacheinander konstruierte, zeitigten keine Erfolge, vielmehr stürzte Blériot fast bei jedem Versuch nach wenigen Metern Fluges, wenn es ihm überhaupt gelang, vom Erdboden hochzukommen. Mit seinem elften Flugzeug aber erzielte er große Erfolge. Dieses war ein Eindecker, der ungefähr die Form einer Libelle hatte. Blériots Verdienst ist es, den Eindecker in eine flugfähige Form gebracht zu haben. Denn was man bisher an Eindeckern konstruiert hatte, bot wenig Hoffnung auf Erfolg. Nachdem Blériot mehrere kleinere Flüge gelungen waren, setzte er die Welt durch den ersten Überlandflug in Erstaunen, den er am 31. Oktober 1908 von Toury nach Artenay und zurück ausführte. Später gelang Blériot mit demselben Flugzeug der „historische" erste Flug über den Ärmelkanal. — Von anderen Konstruktionen jener Zeit sind die Eindecker von Robert Esnault-Pelterie und der der Antoinette-Werke für Latham zu erwähnen, die beide gute Flugleistungen aufwiesen. — In Deutschland gelangen Jatho in Hannover kürzere Flüge; in Magdeburg beschäftigte sich Hans Grade mit der Konstruktion von Ein- und Dreideckern; Grade hat den ersten längeren Flug in Deutschland (600 m) ausgeführt. Im allgemeinen war aber bei uns noch recht wenig Interesse für das Flugwesen vorhanden, und erst als Lanz einen Flug-Preis stiftete, beschäftigte man sich eifriger mit der Konstruktion von Flugzeugen. Den ersten Lanz-Preis (25 000 Mk.) gewann Hans Grade auf einem kleinen leichten Eindecker.

Als 1908 Orwille Wright mit seinem Zweidecker glänzende Flugvorführungen in Berlin veranstaltete, wurde die große Öffentlichkeit für das Flugwesen begeistert, und von nun an war das Interesse vorhanden, das ein nationales Flugwesen entstehen ließ. In Berlin-Johannisthal wurde 1909 ein Flugplatz eröffnet, und bald entstanden mehrere Flugzeugfabriken. Eine der ersten waren die Grade-Werke, die leichte Eindecker bauten und für die Verbreitung des Flugwesens durch die Ausbildung zahlreicher Schüler viel taten. Die Grade-Eindecker zeichnen sich besonders durch ihre Einfachheit aus. Der Rumpf besteht nur aus einer einfachen Bambus-Stange, die die Tragfläche mit den hinten angeordneten Steuerflächen verbindet. Der Führersitz befindet sich unter den Tragflächen. Diese Anordnung bietet den Vorteil unbehinderten Ausblicks nach

unten, ist aber — entgegen der allgemeinen Auffassung — für die Querstabilität nicht förderlich, da der tiefliegende Schwerpunkt als Pendel wirkt und so den Flug unruhig gestaltet. — Ferner wurden die Albatros-Werke und die Aviatik A.-G. gegründet, die zunächst Zweidecker nach Farmanschem System herstellten, dann aber eigne Wege beschritten und hervorragende Erfolge erzielt haben. Eine größere Anzahl kleinerer Fabriken — wie Dorner, Schultze-Herfordt, Deutschland-Flugzeugwerke u. a. — brachten auch erfolgreiche Flugzeuge heraus. Ferner war eine deutsche Wright-Gesellschaft entstanden, die die bewährten Zweidecker der Amerikaner noch vervollkommnete. Aus Österreich kam im Herbst 1909 die „Taube", deren hervorragend gute Form von den meisten deutschen Flugzeugkonstrukteuren später mehr oder weniger übernommen wurde. Die Taube, die Etrich in Wien konstruiert hatte, war nach dem Muster des fliegenden Samens der Zanonia-Frucht entstanden. Dieser ungefähr 20 cm breite Same besitzt eine ganz eigentümliche Form, die es ihm ermöglicht, weite Strecken in freiem Fluge vom Winde getrieben zurückzulegen. Diese Form nun übertrug Etrich auf die Tragflächen seines Gleitflugmodells, und nachdem dieses gute Leistungen erzielt hatte, fügte er einen weit nach hinten reichenden vogelförmigen Schwanz an, der die Stabilität in der Längsrichtung besonders gut gestaltete. Nach dem Einbau eines Motors gelangen glänzende Flüge, besonders bewirkte die Zanoniaflügelform eine sichere seitliche Gleichgewichtslage. Eine Verwindung, wie bei Wright, Blériot u. a., war bei der Taube nicht nötig. Die seitlichen Flügelenden waren nach hinten ein wenig aufgerichtet, und durch Auf- und Abwärtsbiegen der elastischen Flügelspitzen war die Möglichkeit gegeben, stärkeren Windstößen entgegenzuarbeiten, sie auszugleichen. Dieser Eindecker wurde in Deutschland zunächst von den Rumpler-Werken hergestellt und die Erfolge, die viele Flieger (ich will nur Hellmuth Hirth und Hans Vollmöller nennen) mit den Etrich-Rumpler-Tauben erzielten, sind ja noch im Gedächtnis [1]). Rumpler verbesserte bald die Konstruktion der Taube und heute ist diese als rein deutsches Flugzeug zu betrachten, denn der Ausbau und die Vervollkommnung des Tauben-Typs ist deutsche Ingenieurarbeit. Von unseren 55 deutschen Flugzeugfabriken bauen heute fast 30 taubenähnliche Flugzeuge. — Auf die neueren und neusten deutschen Konstruktionen kann ich nicht weiter eingehen, will nur noch einige Namen nennen, die für die Entwicklung des Flugwesens von besonderer Bedeutung waren. Ingenieur Harlan konstruierte unabhängig von allen ausländischen Flugzeugtypen einen Eindecker, der sich glänzend bewährt hat. Der in Deutschland lebende Holländer A. H. G. Focker löste das Problem der automatischen Stabilität, d. h. seine Flugzeuge waren mit keinerlei vom Flieger zu bedienenden Vorrichtungen zur Erhaltung der Gleichgewichtslage versehen, sondern lediglich durch Form und Stellung der Flügel und Verteilung des Gewichts machte er den Apparat stabil. Der Focker-Eindecker ist heute als einer der vollendetsten Flugzeugtypen anzusehen, wenn er natürlich auch Fehler hat, die bei einem so durchgearbeiteten Flugzeug, wie der Taube, vermieden sind [2]).

---

[1]) Ich möchte auf das interessant geschriebene lesenswerte Buch von H. Hirth hinweisen: „20 000 Kilometer im Luftmeer". Verlag Braunbeck, Berlin.

[2]) Zur genaueren Orientierung über moderne deutsche Flugzeugkonstruktionen empfehle ich: Vogelsang, „Die deutschen Flugzeuge in Wort und Bild", Verlag Volckmann, Berlin, sowie die Zeitschrift: „Der Flugsport", Herausgeber Ingenieur Ursinus, Frankfurt a. M.



Nachdem ich nun einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung des Flugwesens gegeben habe, will ich, bevor ich von der Bedeutung, den Erfolgen und der Zukunft der Aviatik spreche, kurz die Prinzipien des Fluges „schwerer als die Luft“ erläutern.

(Schluß folgt)

Die Röntgenstrahlen

Von Dr. Walter Block

(Schluß)

Die bei den weiteren Forschungen benutzte experimentelle Anordnung gestattet neben der allseitigen photographischen Aufnahme auch Intensitätsmessungen der abgebeugten Röntgenstrahlen. Mit einer schlittenförmigen Anordnung geht man rings um den festaufgestellten Kristall herum und mißt die Änderung der Intensität der hindurchgefallenen Strahlen in allen Richtungen. Es stellte sich alsbald heraus, daß nicht nur in der Richtung des Strahlenganges eine Beugung stattfindet, sondern daß auch unter geeigneten Bedingungen ein Teil der Strahlen zurückgeworfen, reflektiert wird, allerdings nicht nach den üblichen Spiegelgesetzen, sondern nach andern, so daß man den Vorgang nicht als eine Spiegelung ansehen kann, sondern ebenfalls als eine Beugungserscheinung betrachten muß.

Durch solche Messungsanordnungen hat man nun höchst interessante Aufschlüsse erhalten. Die Röntgenstrahlen gehen ja, wie oben erwähnt, von der metallenen Antikathode aus, aber es entsteht dort nicht etwa eine homogene Strahlung, die man im Vergleich zu optischen Strahlen als einfarbig bezeichnen könnte, sondern eine viel kompliziertere. Zunächst eine Strahlung, die man optisch als weißes Licht bezeichnen würde, eine derartige, daß die ausgehenden Röntgenstrahlen in ihren Wellenlängen alle möglichen Werte besitzen, lange und kurze Wellenlängen, ebenso wie in weißem Licht lange rote, mit allen andern gemischt sind. Neben dieser Strahlung kommen aber noch deutlich ausgeprägt einzelne homogene Strahlen ganz bestimmter Wellenlänge vor, und diese sind für das Metall der Antikathode charakteristisch. Alle Röntgenröhren senden zunächst die allgemeine „weiße“ Strahlung aus, und dann jede eine besondere aus mehreren Einzelwellenlängen bestehende. Eine Platinantikathode sendet andere Einzelstrahlungen aus als eine Tantal- oder Nickelantikathode. Die absoluten Wellenlängen der einzelnen Strahlungen sind natürlich nicht ohne weiteres angebbar, da man keine genaue Kenntnis über die Abstände der Moleküle der Kristallgitter hat. Je nach den Annahmen, die man macht, kann man die Wellenlänge berechnen. Um wenigstens ein Beispiel anzuführen, sei erwähnt, daß Moseley und Darwin feststellten, daß von einer Platinantikathode fünf homogene Strahlen ausgehen, deren Wellenlängen durch 1,642, 1,397 usw. bis $1{,}157 \cdot \sqrt[3]{K} \cdot 10^{-8}$ cm angegeben werden können. Der Faktor $\sqrt[3]{K}$ ist noch unbestimmt, aus obigem Grund. K selbst muß aber jedenfalls 1, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{8}$ sein.

Wenn man nun andererseits die von einer Röntgenröhre ausgesandte Strahlung, die ja nach jenen Ergebnissen zu einer Art von Röntgenstrahlenanalyse für die verschiedenen Metalle führt, ähnlich wie sie die gewöhnliche Spektralanalyse sonst liefert, so kann man, wenn man einen Kristall in verschiedener Richtung durchstrahlt, über die Anordnung der Moleküle in ihm mancherlei Aufschlüsse erhalten. So haben z. B. W. H. Bragg nnd W. L. Bragg

die ganze Struktur eines Chlornatriumkristalls feststellen können, in der Art wie es die Abb. 4 schematisch angibt. Das Kochsalz ist also in würfelförmiger Anordnung der Moleküle aufgebaut. An den Ecken der Würfel sitzen abwechselnd Chlor- und Natriumatome (durch Kreise bezw. Vierecke dargestellt). Noch interessanter ist vielleicht das Studium eines chemisch noch einfacher aufgebauten Körpers, des kristallisierten Kohlenstoffs, des Diamanten. Bei ihm ergab sich der Aufbau als aus dreiseitigen regulären Pyramiden, also regulären Tetraedern, bestehend. An jeder der vier Ecken einer solchen Pyramide sitzt ein Kohlenstoffatom und ein fünftes in ihrem Zentrum. Jedes der Eckatome gehört wiederum zu Ecken anderer angelagerter kongruenter Pyramiden usw. Man erkennt ohne Mühe die chemisch bekannte Vierwertigkeit des Kohlenstoffs sowie die Möglichkeit einer ringförmigen Verkettung von sechs Atomen, wie sie dem Chemiker als Benzolring geläufig ist.

Es ist naturgemäß mit Rücksicht auf das oben Gesagte nicht möglich, die wirklichen Abstände der Moleküle in diesen Kristallen zu berechnen, da man eben die wirkliche Länge der Röntgenwellen nicht kennt. Die beiden **Bragg** nehmen z. B. die Masse eines Wasserstoffatomes auf Grund chemisch-physikalischer Tatsachen als bekannt an und kommen so zu Werten für die Wellenlängen. Es sei darauf nicht genauer eingegangen, da die Fragen noch zu ungeklärt sind. Man kann wohl annehmen, daß die Wellenlänge der Strahlen etwa von der Größenordnung 10^{-8} mm ist, sie kann aber auch kleiner sein. Es gibt ja überdies, wie schon oben erwähnt, längere und kürzere Strahlen.

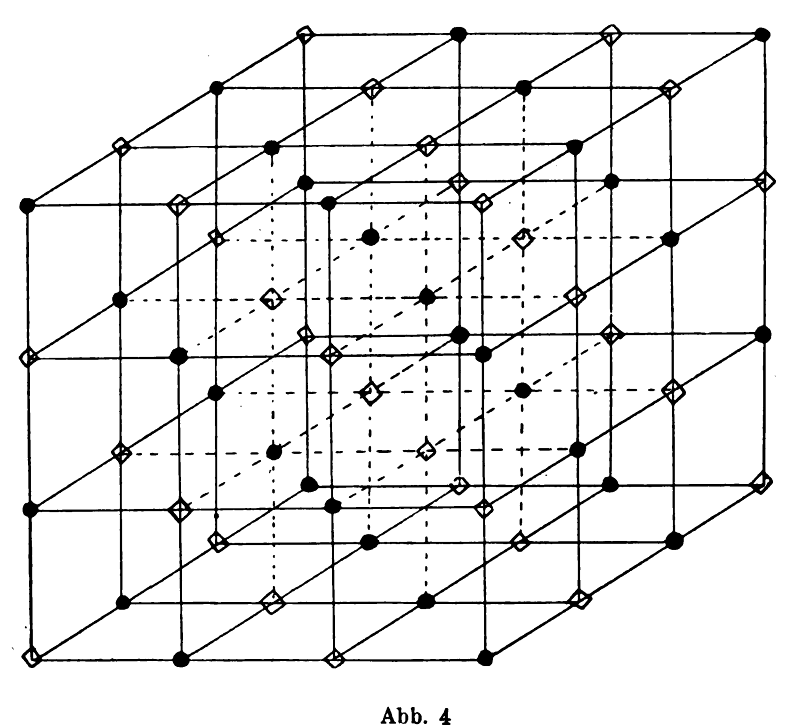


Abb. 4

Schema des Aufbaues eines Chlornatriumkristalls

Diese Erscheinungen können auch eine rein praktische Anwendung finden. Wenn man einen Kristall nach kristallographischen Gesichtspunkten bestimmen will, bedarf man dazu der Kenntnis der Winkel, die die begrenzenden Flächen miteinander bilden. Diese werden rein optisch durch Spiegelung gemessen; man braucht also dazu wenn auch nicht große so doch gut ausgebildete Kristalle mit reinen ebenen Lagerungsflächen, wie sie nicht immer zu finden sind. Verfügt man nicht über solche, dann helfen solche photographischen Aufnahmen, die nicht allzu schwer anzustellen sind. Aus ihnen kann man, wie **Herweg** gezeigt hat, die Winkel ohne große Mühe berechnen.

Als Versuche, wie die oben geschilderten, erst bekannt waren, hat man natürlich auch weiter geforscht, ob nicht auch bei anderen Gelegenheiten solche Interferenzerscheinungen zustande kommen. Und da gelang es sehr bald, eine neue aufzufinden. Wenn man ein feines Röntgenstrahlenbündel fast parallel zu einer Kristallfläche laufen läßt, so daß es unter einem sehr spitzen Winkel auf diese trifft, so wird ein kleiner Teil der Strahlen reflektiert. Läßt man das Bündel auf eine photographische Platte fallen, so erhält man keine gleichmäßige Schwärzung, sondern einen dunklen Fleck mit einigen feinen Querstreifungen darin. Es scheint, als ob hierbei auch Interferenzerscheinungen zum Zustandekommen des Vorgangs mitwirken, die durch regelmäßige Reflexion in den Molekülen des Kristalls veranlaßt werden, indessen ist dieser Vorgang noch nicht sicher aufgeklärt und bedarf weiterer Untersuchungen.

Auch eine andere Erscheinung ist in ihren Ursachen noch nicht sicher geklärt. Wenn man genau die gleichen Versuche nicht mit Kristallen, sondern mit nichtkristallinischen Körpern anstellt — bei einem gelegentlichen Versuch von Laue und seinen Mitarbeitern wurde Wachs benutzt —, so erhält man ähnliche Erscheinungen. Das Bild konnte allerdings merklich verzerrt werden, wenn man diesen Körper einem beliebigen Druck aussetzte, ihn zusammenpreßte usw. Man muß nach dem Ergebnis solcher Versuche wohl annehmen, daß auch in nichtkristallinischen amorphen Körpern die Moleküle in einer gewissen Ordnung verteilt sind, so daß sich auch hier Interferenzfiguren erzeugen lassen. Das wird auch durch andere Aufnahmen bestätigt, die ebenso wie die erste vorstehend beschriebene von E. Hupka stammen. Hupka fand, daß bei Reflexion solcher Röntgenstrahlenbündel an Kristallflächen, ebenfalls bei sehr schiefem Auftreffen der Strahlen, keine Reflexion wie bei optischen Strahlen vorhanden ist, sondern eine mehrfache Reflexion eintritt, daß sich also der auftreffende Strahl in mehrere unter verschiedenen Winkeln reflektierte aufspaltet, und das trat nicht bei optisch spiegelnden Flächen, sondern bei mattierten auf. Eine Abbildung einer solchen Photographie zeigt das 5. Bild.

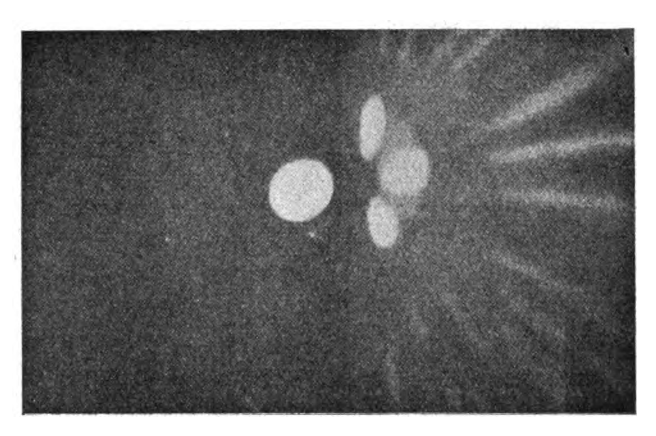


Abb. 5
Photographie eines sehr schief reflektierten Röntgenstrahlenbündels

Endlich noch eine letzte Beschreibung: Läßt man das Röntgenstrahlenbündel durch eine dünne Metallplatte fallen, die noch nicht dick genug ist um sie ganz aufzuhalten, so erhält man auf der photographischen Platte ebenfalls regelmäßige sternförmige oder kreisförmige Figuren, wie man sie als Höfe beim Monde vielfach zu beobachten Gelegenheit hat. Man kann diese Vorgänge wohl so deuten, daß eine Zerstreuung der Strahlen durch die Moleküle des Metalls eintritt, ähnlich wie bei den Lichtstrahlen in wasserdampfhaltiger Atmosphäre.

Es dürfte wohl von Interesse sein, zu erfahren, daß ein Teil dieser Erscheinungen auch bei den γ-Strahlen des Radiums nachgewiesen ist, von denen

man ja weiß, daß sie mit den Röntgenstrahlen übereinstimmen. Allerdings sind zu der Aufnahme, entsprechend der viel schwächeren Strahlung eines Radiumpräparates im Vergleich zu der einer modernen Hochleistungs-Röntgenröhre, Belichtungszeiten bis zu einem Monat erforderlich gewesen.

Zum Schluß noch einige allgemeine Bemerkungen. Man hat aus allen diesen Versuchen den Nachweis erbracht, daß es sich bei den Röntgenstrahlen um eine Strahlung wellenartigen Charakters handelt. Auf irgend eine andere Art lassen sich die Versuche jedenfalls nicht deuten. Sicher weiß man danach aber nur, daß die Strahlung, die von dem Kristall in den verschiedenen Fällen ausgeht, wellenartig ist; ob es auch das Stück des Strahles zwischen Antikathode und Kristall ist, vermögen die Versuche nicht zu entscheiden. Das bedarf noch der Aufklärung; man darf vielleicht jetzt schon sagen: man wird wohl finden, daß hier keine reine Wellenbewegung vorhanden ist, keine Strahlung die einen periodischen Charakter wie diese besitzt.

Die Wellenlänge der reflektierten Röntgenstrahlen selbst kann man aus den Versuchen nicht berechnen, denn man ist davon abhängig, daß man gewisse Annahmen über die Anzahl der Moleküle in bestimmten Raumteilen des Körpers macht. Dann ist es möglich, die Wellenlänge auszurechnen. Ob es nicht vielleicht noch möglich sein wird, diese Schwierigkeit zu umgehen? — Auch noch ein weiterer Punkt ist von Interesse und bringt dieses Gebiet mit anderen wichtigen in enge Beziehung. Wir stellen uns doch vor, daß der Wärmezustand eines jeden Körpers durch die Schwingungen seiner Moleküle bedingt ist; je höher die Temperatur eines Körpers ist, desto stärker schwingen die Moleküle, je niedriger, desto weniger, um am absoluten Nullpunkt der Temperatur, der ja bei — 273° liegt, vielleicht ganz ruhig zu stehen. Wir haben also tatsächlich bei allen diesen Versuchen nicht mit festen Raumgittern gearbeitet, sondern mit solchen, deren Punkte Vibrationen ausführten. Es ist indessen mathematisch nachweisbar und von P. Debiye auch ausgeführt, daß das auf die Schärfe der Interferenzpunkte keinen Einfluß hat, es hindert uns nur, bei mittleren Temperaturen Wellenlängen aufzufinden, die merklich kürzer als 10^{-8}mm sind. Alle oben angedeuteten Versuche können also noch merklich andere Ergebnisse liefern, wenn sie bei den niedrigsten Temperaturen, die wir heute zur Verfügung haben, ausgeführt werden. Dann können sie uns weitergehende Aufschlüsse über den Atomaufbau aller Stoffe geben, über ihre Veränderungen mit der Temperatur usw.

Die Probleme, die eine solche „Röntgenstrahlenanalyse“ bietet, können also für alle Teile der Naturwissenschaften von Wichtigkeit sein, von ähnlicher Wichtigkeit, wie die optische Spektralanalyse. Zurzeit liegen ja erst die ersten Anfänge vor, die aber bereits die Erwartungen aufs Höchste spannen.

Sir William Ramsay

Von Wilhelm Ostwald

(Schluß)

Die erste selbständige Stellung erhielt William Ramsay im Jahre 1880, wo ihm die Professur am University College in Bristol übertragen wurde. Und zwar fiel die Wahl auf ihn im Vorzug gegen einen Konkurrenten, weil er Holländisch verstand, wie er selbst erzählt. Er mußte nämlich Bewerbungsbesuche bei den verschiedenen Mitgliedern des Verwaltungsrats des Colleges machen und war so glücklich, einem von ihnen, einem alten Prediger, bei der Übersetzung eines holländischen Textes behilflich zu sein, so daß dieser ihm



seine Stimme gab; mit nur einer Stimme Majorität war die Wahl entschieden. Doch erwies sie sich sehr bald als eine ungewöhnlich glückliche. Schon ein Jahr darauf wurde Ramsay zum Principal des Colleges ernannt. Er hatte sich also in dieser kurzen Frist nicht nur als ausgezeichneter Lehrer, sondern auch als ausgezeichneter Organisator erwiesen.

Das Problem der Dampfdichtebestimmung, das ihn zuerst in die physikalische Chemie hineingeführt hatte, veranlaßte ihn dann auch noch zu weiteren Forschungen, bei denen die Gewohnheit, die experimentellen Beobachtungen durch mathematische Formeln zusammenzufassen, die er bei Sir William Thomson gelernt hatte, sich als außerordentlich wertvoll erwies. In diesem Zusammenhang entstanden die fundamentalen Arbeiten über Verdampfung und Dissoziation, die er zum großen Teil mit seinem Assistenten Young ausgeführt hatte, und welche zuerst die weiteren Kreise der wissenschaftlichen Welt auf ihn aufmerksam machten. Auch hier ist lehrreich zu sehen, wie eins sich aus dem anderen entwickelte. Das Eingreifen in eine Kontroverse, die in den Spalten der „Nature“ über „heißes Eis“ damals angefochten wurde, ließ ihn die Möglichkeit erkennen, die Beziehung zwischen Dampfdruck und Temperatur dadurch zu bestimmen, daß man in einen Raum von dem betreffenden Druck ein Thermometer hineinbrachte, dessen Kugel mit dem fraglichen Körper (in diesem Falle Eis) überzogen war. Die Einstellung der Temperatur entsprechend dem Druck erwies sich nämlich als so präzis, daß dieses Verfahren alsbald zu einer generellen Methode der Dampfdruckmessung ausgebildet wurde.

Diese Forschungen, welche in einer Anzahl großer Abhandlungen in den Philosophical Transactions niedergelegt worden sind, waren denn auch die Basis, auf welche hin die Berufung des immer noch recht jugendlichen Professors auf den hochangesehenen Lehrstuhl der University College in London sich gründete, dessen Zierde Sir William Ramsay noch gegenwärtig ist. Allerdings war damals der große Wert dieser Arbeiten nur verhältnismäßig wenigen bekannt, und ich erinnere mich, daß ich Gelegenheit hatte, die Verwaltung des University Colleges mit dem größten Nachdruck darauf hinzuweisen, daß hier Forschungen vorlägen, welche erheblich über das hinausführten, was der damals als erste Autorität auf dem ganzen Gebiete angesehene geniale Physiker Regnault festgestellt hatte.

Hier ist es nun, wo in schneller Folge die Arbeiten entstanden, welche Ramsay zu der wissenschaftlichen Höhe hinaufgeführt haben, auf der wir ihn gegenwärtig bewundern. Die Messungen der Oberflächenspannungen bis zur kritischen Temperatur führten zu dem bekannten Gesetz, welches die Molekulargewichtsbestimmungen an Flüssigkeiten ermöglicht. Ein gelegentlicher Vorlesungsversuch, bei welchem Magnesiumnitrid entstand, veranlaßte ihn, im Einverständnis mit Lord Rayleigh das von diesem soeben gestellte Problem des Unterschiedes der Dichte zwischen Luftstickstoff und künstlichem Stickstoff experimentell anzugreifen. Indem er den Luftstickstoff wiederholt mit metallischem Magnesium erhitzte, gelang es ihm, ein Gas herzustellen, das immer dichter wurde und sich von dem Stickstoff als wesentlich verschieden erwies. Um die gleiche Zeit hat Lord Rayleigh das Problem, den Stickstoff von dem möglicherweise vorhandenen anderen Gas zu trennen, durch die Wiederholung des hundert Jahre alten Versuchs von Cavendish gelöst, und die beiden ausgezeichneten Forscher vereinigten sich zur gemeinsamen Fortsetzung ihrer Arbeiten, welche zu der Entdeckung des Argons, des ersten Typus einer neuen Klasse von Elementen führte.

War aber ein Element eines neuen Typus gefunden, so gab das Gesetz von der Periodizität der Eigenschaften der Elemente alsbald die Existenz von noch einer Anzahl anderer Elemente desselben Typus an die Hand. So gelang es Ramsay nach kurzer Zeit in einigen seltenen Mineralien das neue Element Helium zu finden, das zu der gleichen Gruppe gehört. Eine gelegentliche Spielerei mit einem Liter flüssiger Luft, deren Herstellung damals in London eben durch Hampson erfunden war, ergab dann bald darauf noch die Auffindung von drei weiteren Elementen desselben Typus, des Neons, Kryptons und Xenons, die voneinander getrennt und charakterisiert wurden, wobei zum Teil noch ganz ungewöhnte neue Methoden zur Anwendung gelangten.

Während andere Entdecker sich mit einzelnen Elementen begnügten, hat Ramsay eine ganze Klasse elementarer Substanzen entdeckt. Als dann 1896 gelegentlich eines Pariser Aufenthalts Becquerel seine neu entdeckten dunklen Strahlungen demonstrierte, aus denen sich, wie bekannt, später die Entdeckung des Radiums entwickelt hatte, war Ramsay ebenfalls auf das lebhafteste interessiert und unternahm in seinem Laboratorium eine Arbeit über die Erscheinungen hierbei.

Diese Arbeiten führten dann zu der größten Entdeckung, welche unser genialer Forscher gemacht hat, zur Entdeckung der wirklichen Transmutation eines Elementes in andere. Die gasförmige Emanation des Radiums, welche zunächst sich wie ein ganz neuer Stoff verhalten hatte, zeigte nach einiger Zeit die Linien des Heliums und es wurde schließlich endgültig festgestellt, daß das Radium bei seiner Selbstzersetzung in ganz regelmäßiger Weise Helium produziert. Hätte Ramsay nicht das Helium vorher als sein eigenes Kind so genau kennen gelernt und hätte er bei Gelegenheit der Arbeiten mit den seltenen Gasen sich nicht die Technik angeeignet, mit verschwindend kleinen Mengen solcher Substanzen umzugehen, so wäre ihm voraussichtlich diese kapitale Entdeckung nicht gelungen, die ihn unter die allerersten Entdecker der Chemie gestellt hat.

Im Anschluß an diese Arbeit hat dann Sir William Ramsay noch eine Anzahl anderer durchgeführt, die zum Teil noch nicht abgeschlossen sind und sich deshalb der Berichterstattung an dieser Stelle entziehen. Befindet er sich ja doch selbst noch in einem Alter, wo wir noch große und mannigfache Leistungen von ihm erwarten können, so daß ein abschließendes Urteil über ihn noch nicht möglich ist.

Wohl aber dürfte es möglich sein, den allgemeinen Typus festzustellen, zu denen Sir William Ramsay als Forscher gehört. Es ist schon vorher ausgesprochen, daß er zweifellos dem Typus der „Romantiker", der mit ungewöhnlicher Reaktionsgeschwindigkeit arbeitenden und in bezug auf die Produktion schnell und mannigfaltig tätigen Forscher zuzuordnen ist. Auch die auszeichnende Eigentümlichkeit dieser Art der Forscher, daß sie nämlich fähig sind, eine große Anzahl von werdenden Talenten auszubilden und zu ungewöhnlichen Leistungen zu veranlassen, hat sich glänzend geltend gemacht. Wir dürfen die physikalisch-chemische Schule Sir William Ramsays als die bedeutendste chemische Schule seines Vaterlandes für eine lange Reihe von Jahren bezeichnen. Ebenso ist ihm auch das Schicksal der Romantiker nicht erspart geblieben, daß er gelegentlich einen Irrtum bei seinen Entdeckungen begangen hat. Als die unerhörte Zahl von neuen Elementen aus der Luft auf einmal über die erstaunte Chemikerwelt herabprasselten, befand sich unter

ihnen auch eines, welches wegen seiner anscheinenden Ähnlichkeit mit dem Argon den Namen Metargon erhalten hatte, und das sich später als Kohlenoxyd herausstellte, das durch eine Verunreinigung des Phosphors in die Gase hineingelangt war. Einen großen Schaden hat dieser Irrtum nicht angerichtet, zumal da, wie Sir William Ramsay gelegentlich selbst bemerkt, in einem solchen Fall es stets eine sehr große Anzahl von guten Freunden gibt, welche sich alsbald beeilen, die geschehene Ungenauigkeit aufzudecken und zu korrigieren.

Im übrigen sehen wir ein Leben vor uns, in welchem sich in seltenster Weise Verdienst und Glück vereinigt haben. Keine äußeren Schwierigkeiten haben die geradlinige Entwicklung des werdenden Geistes beeinträchtigt, und die Anerkennung der Zeitgenossen ist so frühzeitig für die vorhandenen ausgezeichneten Verdienste eingetreten, daß auch die Stimulation durch solche äußere Beeinflussung diesem Leben reichlich zuteil geworden ist. So ist er einer der großen internationalen Forscher geworden, die man überall kennt, wo Wissenschaft getrieben wird. Fügen wir hinzu, daß Sir William persönlich zu den schlichtesten wohltuendsten Erscheinungen gehört, die man in dem kleinen Kreise der Forscher ersten Ranges antreffen kann, und daß seine häuslichen Schicksale, wenn auch nicht frei von gelegentlichen Sorgen, doch ein überdurchschnittliches Maß von Befriedigung für ihn ergeben haben, so haben wir die Bedingungen festgestellt, unter denen sich erwarten läßt, daß das sechzigste Lebensjahr, welches er demnächst abschließen wird, durchaus nicht den Abschluß einer ungewöhnlich reichen und fruchtbaren Lebensarbeit bedeuten wird.

Kleine Mitteilungen

Dr. Ferrols neues Rechenverfahren. Seit einiger Zeit spricht Herr Dr. F. Ferrol im Hörsaal der Treptow-Sternwarte über sein neues Rechenverfahren, das namentlich bei Pädagogen ein begreifliches Aufsehen gemacht hat. Wir setzen daher bei unseren Lesern im Reiche ein gewisses Interesse für den Gegenstand voraus und wollen an einigen Beispielen zeigen, wie eine erhebliche Vereinfachung des Rechnens selbst bei den elementaren Rechenoperationen möglich ist. Wer weiter gehen will, möge des Autors Buch „Das Ferrolsche neue Rechnungsverfahren", Bonn, Verlag von Hutmacher zu rate ziehen. Wir beschränken uns auf die einfachsten Beispiele. Rechnen wir z. B. aus 31 mal 12. Wir schreiben zu dem Zwecke die Faktoren untereinander und machen in der folgenden Weise die durch die Striche angedeuteten Rechnungen. Dann ergeben sich aus

$\begin{matrix} 3 & \mathbf{1} \\ & | \\ 1 & \mathbf{2} \end{matrix}$ zunächst $2 \times 1 = 2$ Einer, aus $\begin{matrix} \mathbf{3} & \mathbf{1} \\ & \times \\ \mathbf{1} & \mathbf{2} \end{matrix}$ sodann $2 \times 3 = 6$ und dazu noch $1 \times 1 = 1$, zusammen $= 7$ Zehner und schließlich aus $\begin{matrix} \mathbf{3} & 1 \\ | & \\ \mathbf{1} & 2 \end{matrix}$ noch $1 \times 3 = 3$ Hunderter. Das Ergebnis ist also **372**.

Geht man wie angegeben vor, so bietet sich gegen die alte Methode kein allzugroßer Vorteil. Aber man kann sich unschwer noch weitere Erleichterungen schaffen. Fragt man nämlich, welche Ziffern für die Rechenarbeit die größten Schwierigkeiten bieten, so erkennt man ohne weiteres, daß das die Zehner sind. Nun gilt überall bei methodischer Arbeit der Grundsatz, daß man das schwerste zuerst machen muß, wenn die Kraft noch frisch ist. Beim gewöhnlichen Multiplizieren ist das nicht der Fall. Bei der „symmetrischen Multiplikation", wie die hier auseinandergesetzte Art zu multiplizieren heißt, läßt sich das aber leicht bewerkstelligen. Man rechnet also $2 \times 3 = 6$ und $1 \times 1 = 1$ zusammen 7. Das ist die Zehnerziffer des Produktes, also die mittlere. Nunmehr kann man das Produkt sogleich aus dem Kopf sagen, wenn man auf die Aufgabe blickt: 3 7 2, denn die Ausrechnung der Hunderter (1×3), die vorn herankommen, und der Einer (2×1), die hinten anzusetzen sind, ist so leicht, daß sie niemandem Schwierigkeiten macht. Um nunmehr die einfachste Art, ein Produkt auszurechnen, nocheinmal vorzuführen, wählen wir ein anderes Beispiel: $\begin{matrix} 31 \\ 22 \end{matrix}$ und rechnen: $2 \times 3 = 6$ und $2 \times 1 = 2$, zusammen 8, also ist 6 8 2 das Ergebnis. Wenn man die Operation ein paarmal gemacht hat, dann liest man das Ergebnis sofort aus der Aufgabe ab, z. B. $\begin{matrix} 61 \\ 31 \end{matrix} = 18\ 9\ 1$, oder $\begin{matrix} 41 \\ 51 \end{matrix} = 20\ 9\ 1$ usw.

Wer das kleine Einmaleins kann, der vermag auf diese Weise so leicht und so bequem zu rechnen, daß er meist garnicht versteht, wie es anders sein könnte; er findet, daß die alte Methode recht umständlich und kompliziert gewesen ist. Wir verzichten darauf zu zeigen, wie die Rechnung auszuführen ist, wenn Überträge vorkommen, z. B. bei der Aufgabe 67 × 56 usw., und die Multiplikation, Division und Addition vielstelliger Zahlen usw. vorzuführen.

Bei der Einführung des neuen Rechensystems unterscheidet Dr. Ferrol ausdrücklich zwischen kleinen Schülern und Erwachsenen. Die Erwachsenen rechnen natürlich nach der alten Methode; sie sind in den alten mühsamen und umständlichen Weg vollständig eingelebt. Bei Kindern ist die Voraussetzung zum Rechnen nichts weiter als die Kenntnis des Einmaleins Kinder pflegen den neuen Rechenvorgang ohne Weiteres derart in sich aufzunehmen, daß sie in wenigen Wochen oft nicht mehr recht wissen, was man eigentlich unter „Ausrechnen" versteht. Es ist das Gleiche wie beim Lesen. Wer lesen kann, buchstabiert die einzelnen Wörter nicht, sondern erkennt sogleich das ganze Wortbild. Erwachsenen aber fehlt zum Einüben in der Regel ebenso sehr die Zeit wie auch die Spannkraft. Diesen empfiehlt Ferrol, vorläufig auf altem Wege weiter zu rechnen, die erhaltenen Ergebnisse aber konsequent auf dem neuen Wege zu kontrollieren. Diese kleine Last muß natürlich jeder übernehmen, wenn er sich einmal in den Genuß der großen Vorteile des neuen Weges begibt. Er wird dieser zudem sehr bald überhoben, denn schon nach wenigen Tagen, ja oft schon nach einigen Stunden zeigt sich die überraschende Erscheinung, daß die Kontrolle dem alten schriftlichen Rechnen vorauseilt, es zeigt sich, daß der Rechner unwillkürlich das Resultat schon weiß, noch ehe er mit dem alten schriftlichen Rechnen beginnt Die Ursache liegt einfach darin, daß hier das Ausrechnen nicht mehr aus einer streng einzuhaltenden Aufeinanderfolge abwechselnder Rechen- und Gedächtnisoperationen besteht, sondern in Wirklichkeit nur noch in der Bestimmung der Summe der beiden mittleren Produkte. Dabei ist es aber ganz gleichgültig, ob der Rechner z. B. in der

Aufgabe $\begin{array}{c} 5\;\;2 \\ \times \\ 6\;\;3 \\ \hline 3276 \end{array}$ zuerst 3 × 5 oder 6 × 2 oder 5 × 3 oder 2 × 6 nimmt. In Wirklichkeit ist das Rechnen nach der neuen Methode viel einfacher als das Lesen. Denn beim Lesen muß man 25 Buchstaben wissen, hat aber in der Tat auch noch Tausende Silben und Wortbilder im Gedächtnis und benutzt sie, während zum Rechnen nur die 45 Produkte des kleinen Einmaleins notwendig sind. Daraus erwächst aber jener Vorteil, der den eigentlichen Wert des Ferrolschen Verfahrens darstellt. Bekanntlich schließt das alte Rechenverfahren die Möglichkeit aus, während des Rechnens an etwas anderes zu denken, auch nicht an den Inhalt oder den Gegenstand der Rechnung. Wenn einem beim Rechnen irgendeine Merkwürdigkeit auffällt, so ist man nicht imstande, sie während des Rechnens zu verfolgen. Man ist gezwungen, entweder das Ausrechnen zu unterbrechen, oder aber nachher darauf zurückzukommen. In beiden Fällen jedoch verschwindet die den Rechenvorgang begleitende Merkwürdigkeit in derselben Weise wie das Spiegelbild mit dem Spiegel. Die alte Rechenweise erfordert die volle Denkfähigkeit des Rechners, während das neue Verfahren die Zahlen, ihre Beziehungen usw. „fühlen" läßt und der Rechner durch sie in ein intimes Verhältnis zu den Rechenoperationen tritt.

In wie hohem Maße Ferrols Verfahren geignet ist, den Zahlensinn zu wecken, dafür ist ihr Autor das beste Beispiel. Ferrol erzählt, daß er in der Schule sehr schlecht gerechnet habe. Grund dafür sei, daß Mathemathik und Rechnen nicht erlernt, sondern verstanden werden müssen, und daß Ferrols Verfahren einen wirklichen Einblick in diese Gebiete vermittele. Das viele Auswendiglernen verwirft Ferrol, weil es das Gedächtnis schwächt und das Gedächtnis unbedingt schwächer wird, je länger es gebraucht wird. Was man verstanden hat, wird man immer wieder entwickeln können. So wird das Lernen vieler Dinge überflüssig, wenn man sie richtig verstanden hat; man weiß sie dann ohnehin.

Die Vereinfachung des Rechnens frappiert. Man hat wohl immer gedacht, daß das täglich von Millionen Menschen geübte Verfahren einer Verbesserung nicht fähig ist, und muß nun zugeben, daß es dennoch der Fall ist. Dasselbe behauptet Ferrol von höheren Rechenoperationen und gibt davon durch die Lösung von Aufgaben unerhörte Beispiele. Ferrol behauptet, daß seine Art zu rechnen mit der der meisten Rechenkünstler nichts zu tun habe, daß er vielmehr instinktiv richtig rechne und zwar durch die Beschäftigung mit seiner eindringlichen und eindringenden Methode, die den Zahlensinn in ähnlicher Weise erwecke wie etwa ein musikalisches Gefühl erweckt werden kann.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



INHALT

Das Großsteindenkmal Avebury in Südengland[1])

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

Das Großsteindenkmal Avebury gehört zu den gewaltigsten Anlagen dieser Art. Was Länge und reiche Entwicklung der Steinalleen betrifft, wird es durch Carnac in der Bretagne, im kunstvollen Aufbau und in der Zurichtung des Materials durch seine Schwesteranlage Stonehenge übertroffen, in der Vielseitigkeit seiner Ausgestaltung ist es jedoch beiden Rivalen überlegen. Aubrey, dessen Avebury-Studien wir im folgenden näher kennen lernen werden, sagt, Avebury überrage Stonehenge an Größe wie eine Kathedrale eine einfache Dorfkirche, und Sir R. C. Hoare nennt Avebury das Wunder und das älteste wie interessanteste Heiligtum Britanniens.

Als Zeuge einer längst vergangenen Kultur ragt Aveburys Bau in unsere Zeit der Technik hinein, die die ungeheure Schwierigkeit des Bauens mit tausendzentnerschweren Steinblöcken zu würdigen weiß. Beim Anblick so gewaltiger Massenbewegungen in frühester Zeit umweht uns germanischer Jungsiegfriedsgeist, und wir stehen bewundernd vor der Verkörperung einer Idee, die ein Volk in der Kulturdämmerung schier Unmögliches vollbringen ließ. Gleichwie im alten Aegypten harter Frondienst Tausende von Untertanen zwang, die Pyramiden als unvergängliche Grabbauten für die Pharaonen aufzuführen, so war es vielleicht auch Frondienst, der die riesigen Steinplatten nach Avebury heranschleifte und hier zu Ehren des Herrschers aufstellte. Wieviel Jahrtausende seitdem verflossen sind, läßt sich nur vermuten, es mögen fünf bis sechs dieser für die menschliche Kultur so gewaltigen Zeiträume sein.

Vielleicht wurde Avebury von den Pikten, den Ureinwohnern Britanniens, erbaut, die etwa in der Zeit von 2000 bis 1000 v. Chr. von den einwandernden Kelten verdrängt wurden. Mit großer Zähigkeit haben bisher die Reste des Steindenkmals von Avebury der Zerstörung getrotzt. Noch immer ragen die stärksten Pfeiler des Steinbaus empor als ein Wahrzeichen frühester Kultur aus der vorgeschichtlichen Zeit des nordischen Europa.

I

Die Engländer nennen die in Form eines Dreiecks gestaltete Avebury Plein „the hub of England“ (die Radnabe Englands)[2]), da sich von diesem Zentralpunkt aus Hügelketten nach Norden, Nordosten, Osten, Süden, Südosten und

[1]) Dieser Aufsatz erscheint als zweite Abteilung einer Beschreibung einiger vorgeschichtlicher Baudenkmäler in Südengland. Als erste Abteilung enthielten das 5. und 6. Heft dieses Jahrgangs: „Vorgeschichtliche Baudenkmäler bei Merrivale in Südengland und ihre astronomische Deutung“ Als dritte und letzte Abteilung wird eine Beschreibung von Stonehenge folgen.

[2]) R. Hippisley Cox, Guide to Avebury and neighbourhood. London 1909, S 55

Westen wie die Speichen eines Rades ausbreiten. Dieser strahlenförmige Verlauf der Hügelketten bewirkt, daß hier bei Avebury die Wasserscheiden, welche die drei Abflußgebiete Englands zur Nordsee, zum Kanal und zum Atlantischen Ozean abgrenzen, in einem Punkt zusammentreffen (s. Abb. 1). Bedenkt man nun, daß die frühesten Verkehrswege sich auf den Rücken der Hügelketten entlang bewegen mußten, da die Täler durch Sümpfe und unregulierte Flüsse nur schlecht passierbar waren, so wird eine derart bemerkenswerte Gegend wie das Gebiet von Avebury schon in vorgeschichtlicher Zeit eine der besuchtesten in England gewesen sein.

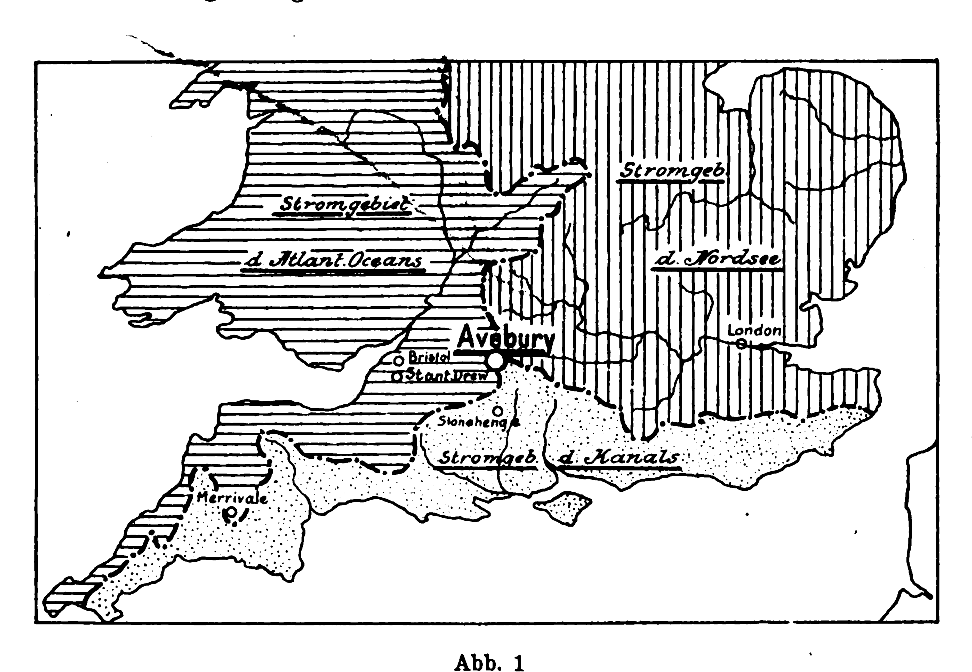


Abb. 1
Kartenskizze 1:3850000
der drei großen Wasserscheiden Englands, die von Avebury ausgehen

Die erwähnten Wege aus vorgeschichtlicher Zeit sind noch heut auf den Hügelrücken und den Abhängen als grabenförmige Einschnitte erkennbar. Diese Richtwege, oder besser Steige, lassen sich etwa mit dem Rennstieg im Thüringerwald vergleichen. Wagen benutzte man damals wohl nicht zum Transport. Die Güter wurden auf Lasttieren fortgeschafft, und diese haben mit ihren Hufen die grabenförmigen Einschnitte verursacht. Das Kalkgestein löste sich durch das Aufschlagen der Tierhufe und wurde dann durch den Regen fortgeschwemmt. Je stärker diese Steige benutzt wurden, um so tiefer höhlten sich die Gräbchen aus und um so hinderlicher wurden sie den Tieren, so daß man schließlich gezwungen war, neben den alten neue Steige bereits auf dem Hügelabhang zu benutzen. Noch heut sind auf einigen Hügeln mehrere Wegspuren nebeneinander zu erkennen.

Auf den Abhängen finden wir ferner die Reste ehemaliger menschlicher Behausungen. Sie sind primitivster Art und bestehen aus Erdvertiefungen, die man wahrscheinlich mit Zweigen, Reisig u. dergl. überdachte. Die Funde in diesen Wohnungen weisen auf Steinzeitmenschen hin und zeigen, daß dies Volk bereits Haustiere hatte. Meist sind Gruppen solcher Wohnstätten anzu-

treffen. Sie liegen fast stets auf sonnigen und möglichst geschützten Abhängen der Hügel.

Die Begräbnisstätten der früheren Bewohner dieser Gegend stellen sich uns heut in kegelförmigen Erdhügeln (tumulus, barrow) und in lang gestreckten Erdanhäufungen (long barrow) dar. Die long barrows enthalten meist eine Steinkammer, in der die Skelette auf der Seite liegend in Hockerstellung gefunden werden. Aus dem Schmuck und den Waffen, die neben den Toten lagen, kann man schließen, daß die damaligen Erbauer der Grabstätten an ein Leben nach dem Tode glaubten. Die Funde lassen vermuten, daß derartige Gräber der jüngeren Steinzeit angehören. Ein long barrow von bedeutender Ausdehnung ist ungefähr 2 km südlich von Avebury zu sehen. Bei einer Längenausdehnung von rd. 90 m und einer Breite von rd. 11 m erstreckt er sich in fast genau ostwestlicher Richtung. Das Ostende enthält eine jetzt zerstörte Steinkammer. Leider wurde der Hügel früher in seiner Mitte mutwillig niedergelegt.

Die runden Hügelgräber stammen vermutlich aus der letzten Stein- und aus der Bronzezeit. Die Leichen wurden in ihnen sowohl verbrannt in Aschenurnen wie unverbrannt beigesetzt. Manche Hügelgräber weisen reichere Formen auf, indem ihnen Wall und Graben beigegeben wurden. Der Graben befindet sich in diesen Fällen sowohl innerhalb wie außerhalb des Walls. Nicht alle derartigen Hügel enthalten ein Grab; sogar der größte aller tumuli in Europa, der dicht bei Avebury liegende gigantische Silbury-Hügel, auf den wir im folgenden eingehend zurückkommen werden, ist, soweit die Grabungen bisher haben erkennen lassen, grablos. Mannigfach sind die Deutungen dieser grablosen Erdanhäufungen. Erblickt man sie einzeln oder in gruppenweiser Anordnung auf besonders hoch gelegenen Hügelkuppen, so ist man geneigt zu vermuten, daß sie Wegemarken darstellen sollten, um etwa den kürzesten oder trockensten Weg durch ein Tal anzuzeigen.

Unsicher ist auch die Deutung der aus gleicher Zeit stammenden great camps, d. s. unregelmäßig, meist ungefähr rechteckig geformte und mit Wällen umgebene Plätze auf Hügeln und Hügelabhängen. Sie mögen Lagerstätten für das Vieh oder auch Verteidigungsplätze gewesen sein. Derartige camps erinnern an die pounds auf dem Dartmoor, die wir bei der Beschreibung der Steinsetzungen von Merrivale kennen gelernt haben (Heft 5 dieses Jahrganges).

Es ist interessant festzustellen, daß die Erbauer der great camps bereits die Kenntnis besaßen, auf den wasserarmen Hügeln das für sie und die Tiere erforderliche Wasser in sogenannten Tauteichen (dew-ponds) zu sammeln. Die Reste solcher Teiche finden sich noch heut in den camps und bestehen aus Erdvertiefungen, die am Boden mit Stroh und Lehm bedeckt wurden. Das Kalkgestein der Hügel absorbierte die Sonnenwärme am Tage und gab sie in der Nacht wieder ab. In den mit einem Nichtleiter bedeckten Vertiefungen konnte jedoch die Wärmeabgabe nur wenig stattfinden, und so schlug sich in der Nacht die Feuchtigkeit der vorüberstreichenden Luft als Tau in der Vertiefung nieder. Hierdurch füllte sich die Grube mit Wasser[1]).

Die great camps ähneln in gewisser Beziehung den Resten der römischen Heereslager (castra), die wir in großer Anzahl in dieser Gegend finden. Die castra wurden sowohl auf Hügeln wie in den Tälern erbaut und durch schnurgerade Straßen, deren Spuren wir ebenfalls noch begegnen, miteinander verbunden.

[1]) Die vorstehenden Ausführungen lehnen sich an die genannte Beschreibung von H. Cox an

Die Hügelketten um Avebury sind noch heut ungemein reich mit den vorstehend beschriebenen Bauresten aus vorgeschichtlicher Zeit besetzt, obwohl das Meiste im Laufe der Zeit der Vernichtung anheimgefallen sein wird; gleichwie der stolze Bau von Avebury nur noch eine Ruine ist. Schon seit Jahrtausenden sind die Richtsteige auf den Hügeln bedeutungslos geworden. Längst hat der Verkehr andere Bahnen gesucht, und auch das starre Wegenetz der Römer, das in seiner großzügigen Anlage — modern zu sprechen — amerikanisch anmutet, ist nur noch in geringen Spuren erkennbar. Avebury liegt jetzt abseits vom Getriebe der Welt und träumt einen Dornröschenschlaf. Noch nicht gelang es, das dichte Dorngestrüpp des Geheimnisvollen zu durchbrechen, das diese Stätte umgibt. Wie sah Avebury einst aus, und was blieb erhalten?

II.

Zweifellos hat der Bau von Avebury in seiner ursprünglichen Gestalt auf den Beschauer einen großartigen Eindruck ausgeübt. Er bestand aus einer kreisförmigen Hauptanlage von ungefähr 400 m Durchmesser, umgeben von Wall und Graben, wobei der Graben innerhalb lag. Rings an der Innenseite des Grabens standen hochkant riesenhafte Platten von etwa 4×4 m Fläche und $^3/_4$ m Dicke. Dieser Rundbau nahm zwei kleinere Steinkreise, einen nördlichen und einen südlichen, von 110 bezw. 90 m im Durchmesser auf. Diese Kreise enthielten vielleicht im Innern je einen kleineren Steinkreis. Den Mittelpunkt des nördlichen Kreises bildete eine unbedeckte Steinkammer (Cove) aus drei gewaltigen Steinen. Die Kammer öffnete sich nach NO. In der Mitte des Südkreises ragte vermutlich ein obeliskartiger Steinpfeiler empor. Der Wallumfang wird gegen 1400 m betragen haben. Der große Steinkreis am Graben hat eine Fläche von rd. 12 ha eingeschlossen. Das sind für ein Bauwerk gewaltige Dimensionen. Ein Wiederherstellungsversuch von Stukeley und Hoare gibt eine ungefähre Vorstellung von der Hauptanlage (s. Abb. 2). Abbildung 2 zeigt uns weiter, daß der riesige Rundbau nur einen Teil der Gesamtanlage darstellt; denn von ihm aus erstreckten sich in etwas geschwungenem Zuge nach SW. und SO. zwei je ungefähr 2300 m lange Steinalleen, von denen die erste in einem Steinkreis auf dem Overton-Hügel endete, während die andere wahrscheinlich ohne einen solchen markanten Punkt in der Nähe des Dorfes Beckhampton ihren Endpunkt fand. Jede Steinallee bestand aus ungefähr 200 Steinen. Ungefähr in der Mitte der Verbindungslinie der beiden Allee-Endpunkte erhebt sich jedenfalls als Bestandteil der Anlage der gewaltige, bereits oben erwähnte Silbury-Hügel. Abb. 3 gibt einen Überblick über die Gesamtanlage nach dem Wiederherstellungsversuch von Stukeley und Hoare. Leider berechtigen die noch erhaltenen Reste nicht zu dem Schlusse, daß diese Rekonstruktionen in allen ihren Teilen zutreffend sind.

Es ist auffallend, daß Caesar Avebury nicht erwähnt, auch Carnac und Stonehenge scheinen ihm einer Erwähnung in seinen Schriften nicht würdig gewesen zu sein. Selbst aus dem langen Zeitraum von rd. 1600 Jahren, die auf Caesars Zeit folgten, ist uns keine Beschreibung von Avebury überliefert. Der erste Forscher, der auf das Bauwerk hinwies und sich eingehend mit ihm beschäftigte, war um die Mitte des 17. Jahrhunderts John Aubrey. Sein Interesse für Avebury erwachte gelegentlich einer Jagd mit Lord Francis Seymour in Aveburys Gefilden. Er war höchst überrascht, hier derartige Baureste zu finden, und es gelang ihm, den König Karl II. bei einem Besuche von Stonehenge

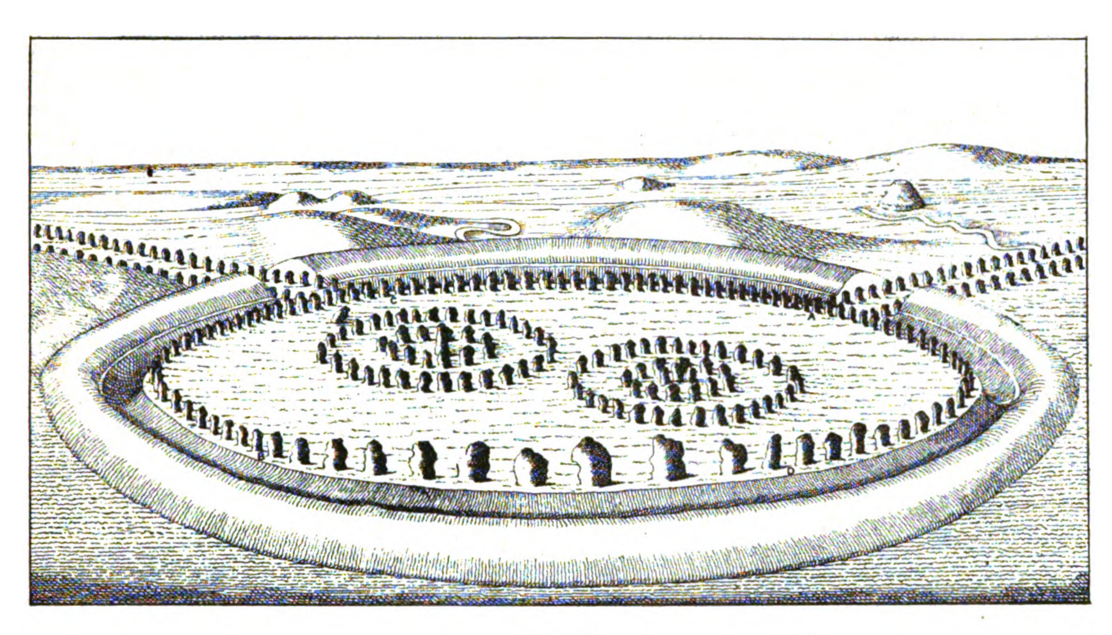


Abb. 2
Rekonstruktion der Hauptanlage von Avebury nach Stukeley und Hoare
(Aus „Wiltshire Magazine“ Bd. IV 1859)

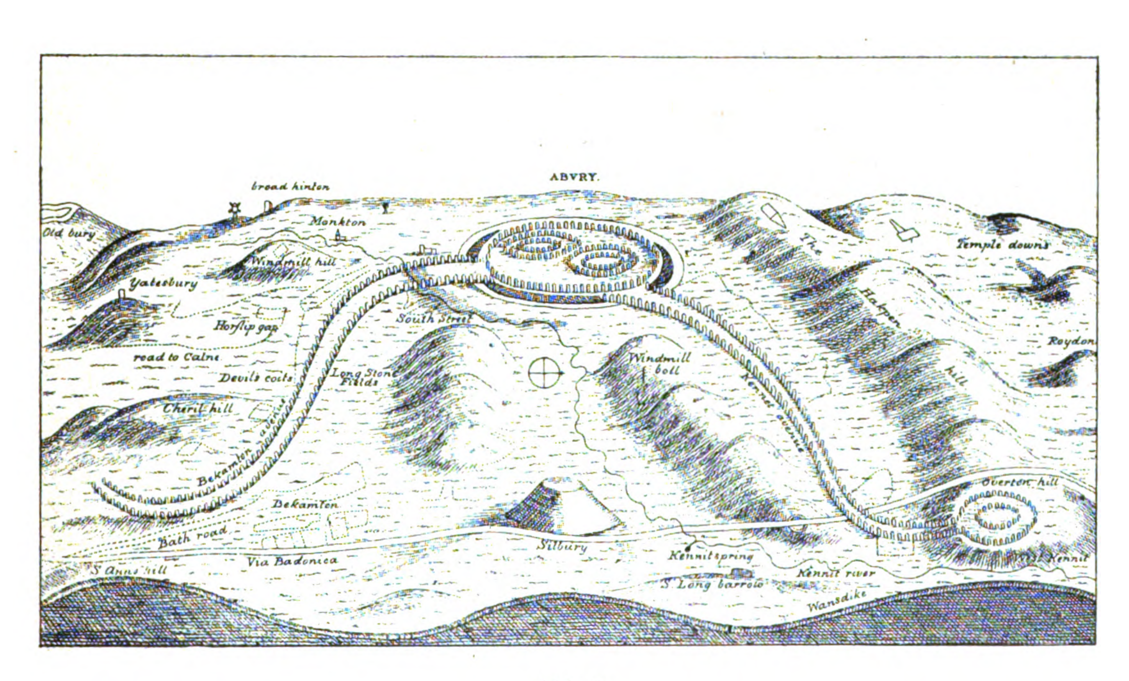


Abb. 3
Rekonstruktion von Avebury nach Stukeley
(Aus „Wiltshire Magazine“ Bd. IV 1859)

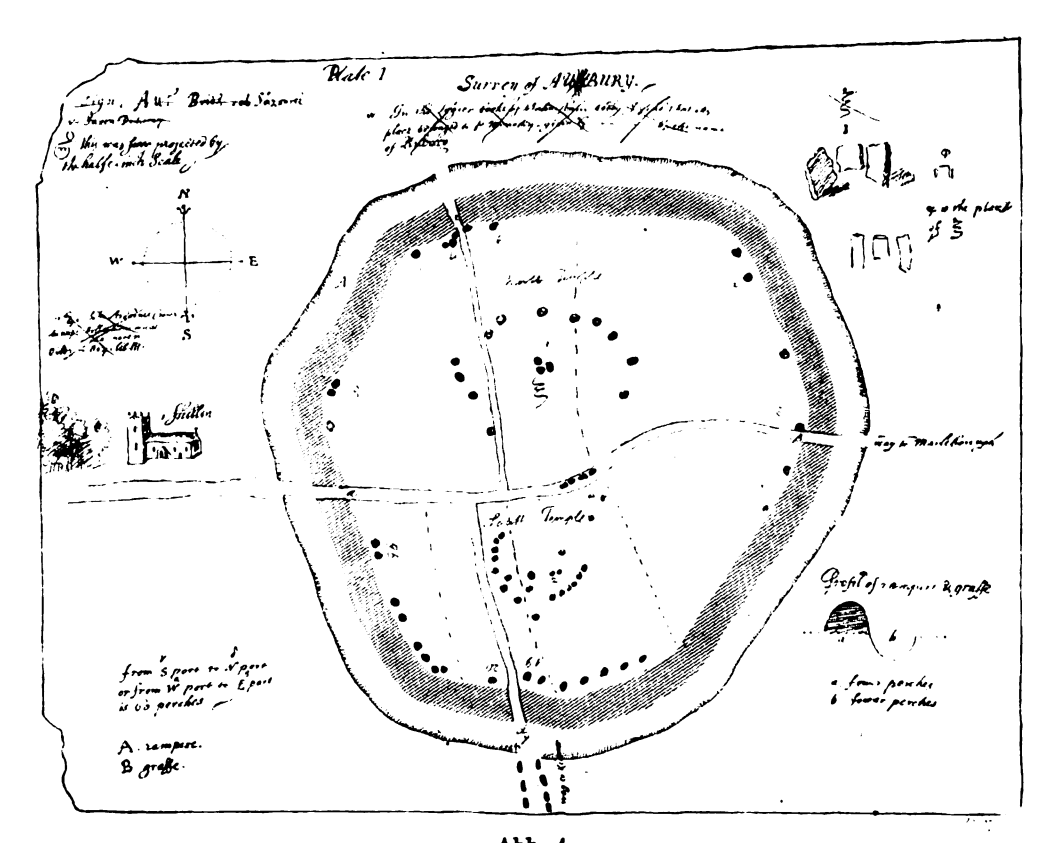


Abb. 4
Aubrey's Plan der Hauptanlage von Avebury aus dem Jahre 1663
(Aus „Wiltshire Magazine" Bd. VII 1862)

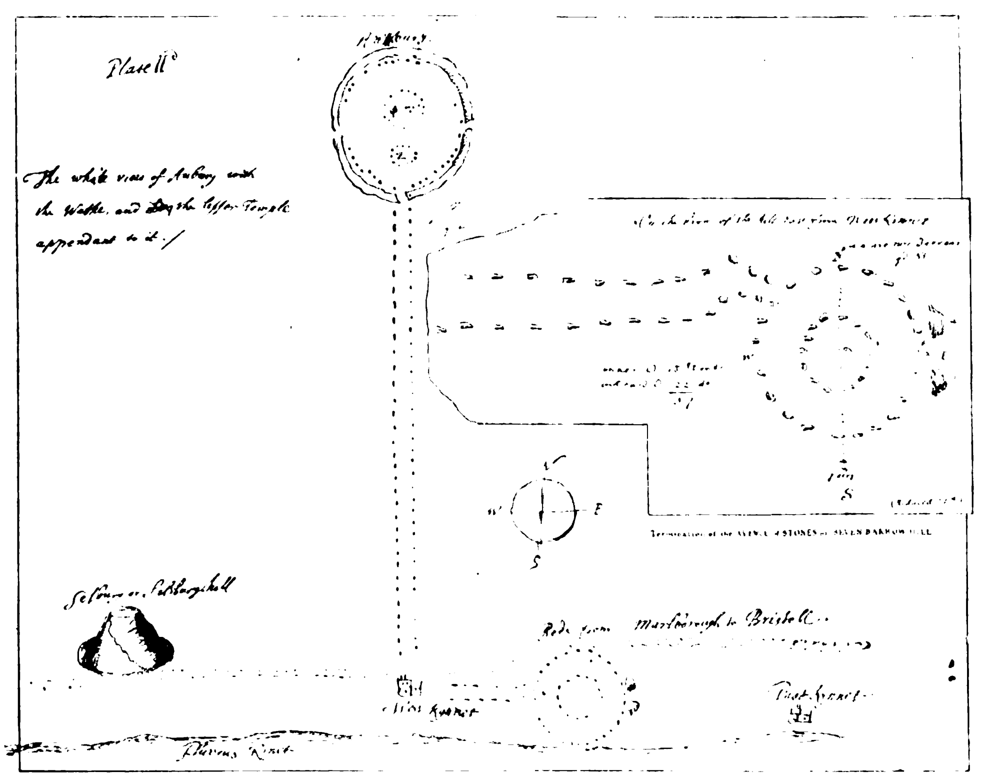


Abb. 5
Aubrey's Gesamtplan von Avebury aus dem Jahre 1663
(Aus „Wiltshire Magazine" Bd. VII 1862)

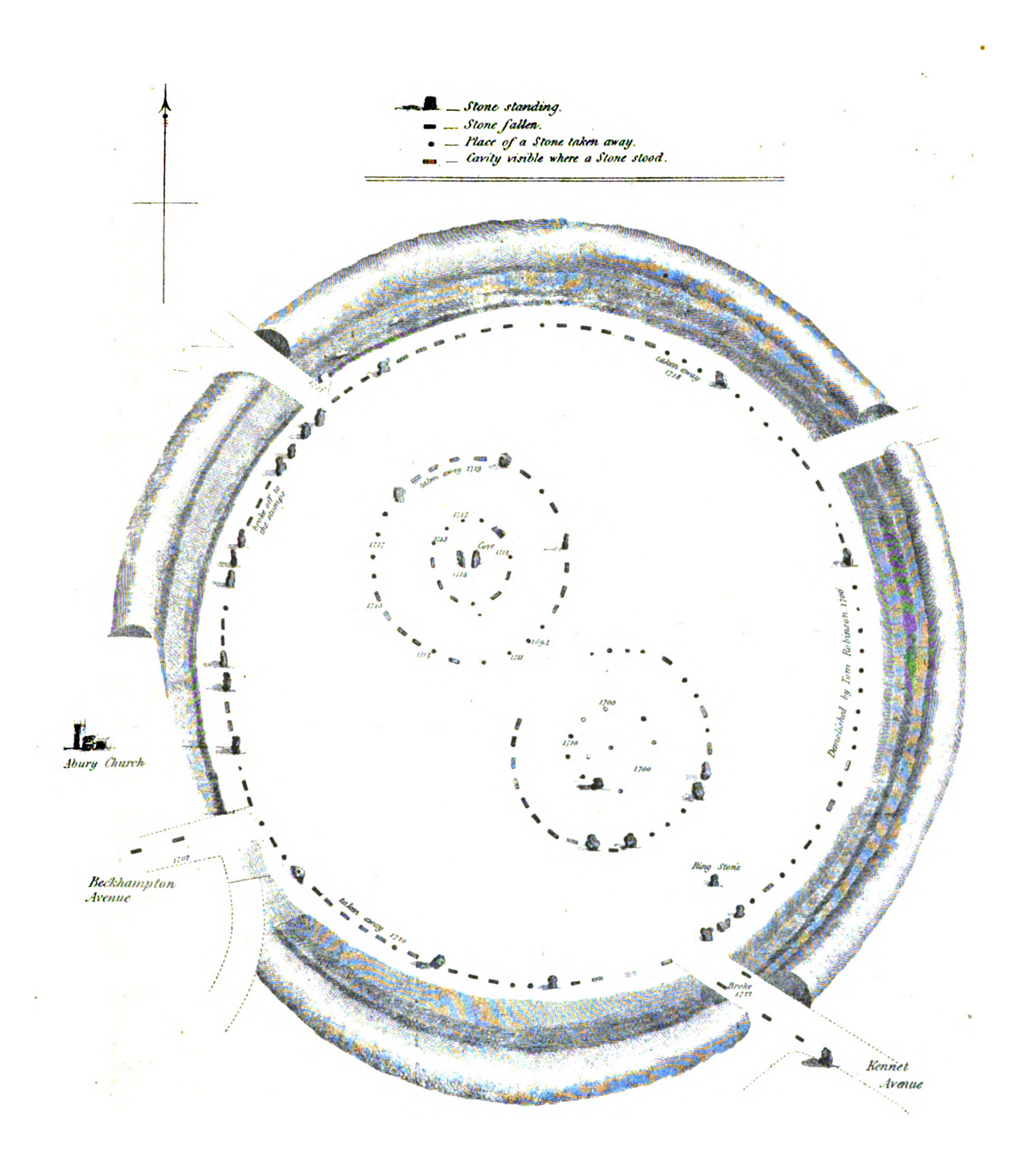


Abb. 6
Stukeley's Plan der Hauptanlage von Avebury aus dem Jahre 1724
(Aus „Wiltshire Magazine“ Bd. IV 1858)

Abb. 7 Plan der Gesamtanlage von Avebury mit dem Silbury Hügel aus dem Jahre 1857 (Aus „Wiltshire Magazine“ Bd. IV 1858)

zu bewegen, auch Avebury zu besichtigen. Karl II. befahl darauf Aubrey, eine Beschreibung von Avebury zu verfassen. Aubrey widmete sich mit Eifer dieser Aufgabe, besuchte mehrfach die Anlage und gab 1663 eine Beschreibung Aveburys heraus, der er zwei Pläne beigab. Diese Beschreibung wurde 1844 von Canon Jackson in den „Monumenta Britannica" herausgegeben; Aubreys Originalschrift wird in der Bodleian-Bibliothek zu Oxford aufbewahrt. Aubreys Pläne geben wir als Abbildungen 4 und 5 wieder. Die kartographische Darstellungsweise Aubreys kann nicht gerade als mustergültig angesehen werden. Die Hauptanlage hat bei ihm, obwohl sie nahezu kreisförmig ist, eine ganz unregelmäßige Form, und die Steinallee, die in südwestlicher Richtung über West-Kennett zum Overton-Hügel verläuft (die sogenannte Kennett-Allee oder Kennett-Avenue) hat auf Aubreys Plan bei Kennett einen rechtwinckligen Knick erhalten, den sie nie gehabt hat. Auf eine genaue Vermessung und Kartierung scheint es Aubrey auch nicht angekommen zu sein, denn er meint, daß er die Länge der Kennett-Avenue wegen eines Regenschauers nicht habe messen können, und doch will er Avebury oft besucht haben. Unter diesem Gesichtspunkt sind seine Pläne mehr als Handskizzen anzusehen und zu bewerten. Was diese Skizzen aber wertvoll macht, ist die Angabe des Standorts und der Zahl der damals stehenden Steine in der Hauptanlage sowie die genaue Darstellung des doppelten Steinkreises auf dem Overton-Hügel, dessen Existenz dadurch völlig gesichert ist, obwohl jetzt kein Stein mehr von diesem Steinkreis, der das Sanktuarium genannt wird, erhalten ist. Die Steine der Kennett-Avenue scheinen auf Aubreys Plan schematisch angedeutet zu sein, denn es ist nicht anzunehmen, daß sie damals in der angegebenen Vollständigkeit erhalten waren. Weist doch Aubrey in seiner Beschreibung der Hauptanlage auf die Zerstörung der Steine hin, indem er bei dem Vergleich des großen Steinkreises mit einer Krone meint

sed longa vetustas
Destruit, et saxo longa senecta nocet

Wie die Skizzen zeigen, hat kein späterer Besucher Aveburys die Reste in so reicher Vollständigkeit gesehen wie Aubrey. Um so auffallender ist es, daß er die andere Steinallee, die sogenannte Beckhampton-Avenue, mit keinem Worte erwähnt und auch nicht auf seinen Skizzen darstellt. Man hat daraus geschlossen, daß, da auch jetzt so gut wie keine Reste der Avenue erhalten sind, diese Avenue überhaupt nicht existiert hat. Aubrey erwähnt nur einige Steine, die sogenannten „Long Stones" oder „Devils Coits", die als Reste eines Steinkreises von etwa 90 m Durchmesser anzusprechen sind und wohl im Zuge der Beckhampton-Avenue gestanden haben. Aubrey sagt, diese Steine lägen „southwards from Avebury in the ploughed field near Kynet" (West-Kennett). Tatsächlich stehen die Steine jedoch „westlich" von Avebury bei „Beckhampton"[1]). Diese grobe Ungenauigkeit in der Lagebestimmung zeigt, daß wir Aubreys Mitteilungen mit einer gewissen Vorsicht aufnehmen müssen. Vielleicht kannte er die „Long Stones" nur vom Hörensagen und erwähnte die Beckhampton-Avenue nicht, da er ihre Existenz nicht vermutete, weil sie damals bereits fast völlig zerstört war. Die ganze Anlage hält Aubrey für das „Erz-

[1]) Siehe die Kritik des Aubreyschen Berichts über Avebury von Rev. Bryan King im „Wiltshire Magazine" Bd. XVIII Devizes and London 1879 S 377 ff.



ABURY AND SILBURY.

Abb. 7 Plan der Gesamtanlage von Avebury mit dem Silbury Hügel aus dem Jahre 1857 (Aus „Wiltshire Magazine“ Bd. IV 1858)

zu bewegen, auch Avebury zu besichtigen. Karl II. befahl darauf Aubrey, eine Beschreibung von Avebury zu verfassen. Aubrey widmete sich mit Eifer dieser Aufgabe, besuchte mehrfach die Anlage und gab 1663 eine Beschreibung Aveburys heraus, der er zwei Pläne beigab. Diese Beschreibung wurde 1844 von Canon Jackson in den „Monumenta Britannica" herausgegeben; Aubreys Originalschrift wird in der Bodleian-Bibliothek zu Oxford aufbewahrt. Aubreys Pläne geben wir als Abbildungen 4 und 5 wieder. Die kartographische Darstellungsweise Aubreys kann nicht gerade als mustergültig angesehen werden. Die Hauptanlage hat bei ihm, obwohl sie nahezu kreisförmig ist, eine ganz unregelmäßige Form, und die Steinallee, die in südwestlicher Richtung über West-Kennett zum Overton-Hügel verläuft (die sogenannte Kennett-Allee oder Kennett-Avenue) hat auf Aubreys Plan bei Kennett einen rechtwinckligen Knick erhalten, den sie nie gehabt hat. Auf eine genaue Vermessung und Kartierung scheint es Aubrey auch nicht angekommen zu sein, denn er meint, daß er die Länge der Kennett-Avenue wegen eines Regenschauers nicht habe messen können, und doch will er Avebury oft besucht haben. Unter diesem Gesichtspunkt sind seine Pläne mehr als Handskizzen anzusehen und zu bewerten. Was diese Skizzen aber wertvoll macht, ist die Angabe des Standorts und der Zahl der damals stehenden Steine in der Hauptanlage sowie die genaue Darstellung des doppelten Steinkreises auf dem Overton-Hügel, dessen Existenz dadurch völlig gesichert ist, obwohl jetzt kein Stein mehr von diesem Steinkreis, der das Sanktuarium genannt wird, erhalten ist. Die Steine der Kennett-Avenue scheinen auf Aubreys Plan schematisch angedeutet zu sein, denn es ist nicht anzunehmen, daß sie damals in der angegebenen Vollständigkeit erhalten waren. Weist doch Aubrey in seiner Beschreibung der Hauptanlage auf die Zerstörung der Steine hin, indem er bei dem Vergleich des großen Steinkreises mit einer Krone meint

sed longa vetustas
Destruit, et saxo longa senecta nocet

Wie die Skizzen zeigen, hat kein späterer Besucher Aveburys die Reste in so reicher Vollständigkeit gesehen wie Aubrey. Um so auffallender ist es, daß er die andere Steinallee, die sogenannte Beckhampton-Avenue, mit keinem Worte erwähnt und auch nicht auf seinen Skizzen darstellt. Man hat daraus geschlossen, daß, da auch jetzt so gut wie keine Reste der Avenue erhalten sind, diese Avenue überhaupt nicht existiert hat. Aubrey erwähnt nur einige Steine, die sogenannten „Long Stones" oder „Devils Coits", die als Reste eines Steinkreises von etwa 90 m Durchmesser anzusprechen sind und wohl im Zuge der Beckhampton-Avenue gestanden haben. Aubrey sagt, diese Steine lägen „southwards from Avebury in the ploughed field near Kynet" (West-Kennett). Tatsächlich stehen die Steine jedoch „westlich" von Avebury bei „Beckhampton"[1]). Diese grobe Ungenauigkeit in der Lagebestimmung zeigt, daß wir Aubreys Mitteilungen mit einer gewissen Vorsicht aufnehmen müssen. Vielleicht kannte er die „Long Stones" nur vom Hörensagen und erwähnte die Beckhampton-Avenue nicht, da er ihre Existenz nicht vermutete, weil sie damals bereits fast völlig zerstört war. Die ganze Anlage hält Aubrey für das „Erz-

[1]) Siehe die Kritik des Aubreyschen Berichts über Avebury von Rev. Bryan King im „Wiltshire Magazine" Bd. XVIII Devizes and London 1879 S 377 ff.



Heiligtum" der Druiden, in der Kennett-Avenue erblickt er eine Prozessionsstraße, die bei West-Kennett, dem Wohnort der Priester, vorbeiführte. Für den Namen Avebury gibt er folgende Entstehungsmöglichkeit: Albury, d. i. Oldbury, Old Borough, Aldborough, Albury, Arbury, Arbor, Aubury, Abury. Jetzt wird statt Abury fast ausschließlich Avebury geschrieben.

Auf Aubrey folgten 1688 Pepys mit einer kurzen Beschreibung Aveburys, dann 1723 Thomas Twining mit einer phantastischen Deutung der Anlage. Nach dieser soll sie ein dem Gotte Terminus geweihter Tempel gewesen sein, den die Römer unter Vespasian errichteten. Der Silbury-Hügel soll von Agricola erbaut sein. Die Römer gaben nach Twinings Ansicht dem Bauwerk die Gestalt eines Keiles (cuneus), eines verkleinerten Abbildes Britanniens, dessen Gestalt ihnen in Keilform erschien. Aus „cuneus" soll der Name „cunetium" (Kennett?) entstanden sein. Um die Keilform zu verdeutlichen, läßt Twining vom Overton-Hügel über den Silbury-Hügel nach Beckhampton eine Steinallee verlaufen. Es ist sicher, daß diese Allee nur in der Einbildung Twinings bestanden hat[1]).

Wir kommen nun zu Stukeley, einem der eifrigsten und gewissenhaftesten Erforscher Aveburys. Er versucht, die Existenz der Beckhampton-Avenue an einigen Steinresten nachzuweisen und kommt in seinen Untersuchungen zu dem Schluß, daß die ganze Anlage die Darstellung einer Schlange, des Symbols höchsten Wesens im Altertum, bezweckte. Auf Grund einer Vermessung fertigte er einen Plan der Hauptanlage an, den wir als Abbildung 6 wiedergeben. Dieser Plan ist dadurch besonders interessant, daß er genau nachweist, welche Steine zu seiner Zeit (1724) noch standen, welche umgefallen waren, an welchen Stellen ein Stein früher stand, und wo noch an einer Vertiefung der Standort eines Steines zu erkennen war. Das Zerstörungswerk seit Aubrey ist auf dem Plane deutlich zu erkennen. Gerade zu Stukeleys Zeit scheint die Vernichtung des Bauwerks besonders betrieben zu sein. Er sagt, daß die Farmer Griffin, Green, und Tom Robinson ihr Möglichstes taten, die Steine mit Hilfe von Feuer und Hammer niederzulegen und zu zerbrechen, um sie dann zum Haus- und Straßenbau zu verwenden. Er gedenkt auch ehrenvoll der eifrigen, aber leider erfolglosen Bemühungen der Sir R. Holford, Ch. Tucker und Horsall, diesem Vernichtungswerk Einhalt zu tun. Von dem Süd-Steinkreis in der Hauptanlage, von dem Aubrey noch über 20 Steine vorfand, gibt Stukeley nur 5 an, vom Nord-Steinkreis ebenfalls nur noch 5, während Aubrey 15 Steine nachweist. Auffallenderweise zeichnet Stukeley in seinen Plan einen Stein zwischen dem Süd-Steinkreis und dem Wall ein, den sogenannten „Ring Stone", der bei Aubrey fehlt.

Es ist noch der Vermessung C. Hoares aus dem Jahre 1819 und vor allem der schon genannten eingehenden Beschreibung von W. Long aus dem Jahre 1857 zu gedenken. Dieser Abhandlung ist ein Plan, den wir als Abb. 7 wiedergeben, beigefügt, der einen guten Überblick über die ganze Anlage mit dem mutmaßlichen Verlauf der Beckhampton-Avenue gibt. Wie sehr von Aubrey (1763) bis Long (1857) die Hauptanlage unter der Zerstörung gelitten hat, zeigt folgende Tabelle über die Anzahl der Steine zu den verschiedenen Zeiten. Sie ist der genannten Beschreibung Aveburys von Long nachgebildet.

[1]) Wir folgen in diesen historischen Mitteilungen der ausführlichen Beschreibung Aveburys von William Long im IV. Bd. des „Wiltshire Magazine" 1858



Avebury, Anzahl der Steine in der Hauptanlage.

Standort	Aubrey 1663	Stukeley 1724		Hoare 1819	Long 1857
	Stehend	Stehend	Umgefallen	Stehend	Stehend
Großer (Außen-) Steinkreis, ursprünglich 100 Steine	31	18	25	10	10
Nordsteinkreis, Außenkreis	—	4	9	4	3
- Innenkreis	16	1	5	1	—
- Cove	3	2	—	2	2
Südsteinkreis, Außenkreis	—	4	10	2	2
- Innenkreis	21 (unsicher)	1	—	—	—
- Stein in der Mitte	—	—	1	—	—
Ring Stone	1	1	—	—	—

(Fortsetzung folgt.)

Das Flugwesen

Von Fritz Taendler

(Schluß)

12

Es gibt im wesentlichen drei verschiedene Gattungen von Flugzeugen: Schwingenflugzeuge, Schraubenflugzeuge und Drachenflugzeuge.

Für die Schwingenflugzeuge gilt der Vogel als Vorbild, indem mit Tragflächen das Schlagen der Vogelflügel nachgeahmt wird. Es hat sich aber herausgestellt, daß eine Übertragung der Gesetze des Vogelflugs auf den Menschenflug ohne jeden Erfolg ist. In den ersten Jahren des vorigen Dezenniums beschäftigte man sich viel mit dem System der Schwingenflieger, aber kein einziges Flugzeug dieser Art hat Flugleistungen aufgewiesen. Die Unmöglichkeit eines Schwingenfluges ohne Motor hat Prof. Marey nachgewiesen, indem er nach eingehenden Studien zu dem Resultat kam, daß der Mensch eine 200mal größere Muskelkraft brauche, um sich mit Schwingen in der Luft halten zu können. Daß ein Schwingenflug mit Motor möglich ist, ist zumindest sehr zweifelhaft.

Erfolgreicher als die Schwingenflugzeuge sind die Schraubenflieger. Diese bauen sich wie schon erwähnt auf Leonardo da Vincis Erfindung der Luftschraube auf. Ein Schraubenflugzeug soll durch die Drehung von großen Hubschrauben (mindestens zweier gegenläufiger Schrauben) in die Höhe steigen. Wir finden den Vorgang des Indieluftemporschraubens in primitivster Weise schon bei den als Kinderspielzeug bekannten „Harzer Fliegen" verwirklicht. Ein Vortrieb der Schraubenflugzeuge wäre durch Verstellen der Hubschraubenachse (nach der Flugrichtung schräg gestellt) oder durch besondere Luftschrauben mit horizontaler Achse möglich. Die Schraubenflieger hätten gegenüber den heute im Gebrauch befindlichen Drachenflugzeugen viele Vorteile: Sie könnten ohne Anlauf senkrecht in die Luft emporsteigen, an einer Stelle verweilen und sich wieder langsam herunterlassen. Aber es müßte erst eine Vorrichtung konstruiert werden, die es ermöglicht, im Falle des Aussetzens des Motors sich noch längere Zeit in der Luft zu halten. Die meisten der mir bekannten Schraubenflugzeugprojekte setzen ein sicheres Funktionieren des Motors als Grundbedingung voraus; sollte

er durch irgendwelchen Zufall versagen, so wäre diesen Schraubenfliegern der Absturz wohl meistens sicher. Wenn auch bis heute mit Schraubenfliegern keine nennenswerten Erfolge erzielt wurden, so haben sie doch m. E. eine große Zukunft, und es ist bedauerlich, daß die Beschäftigung auf dem Gebiet des Schraubenfluges so sehr vernachlässigt wird.

Unsere heutigen erfolgreichen Flugzeuge sind Drachenflieger. Man kann sich ein Drachenflugzeug aus der Vereinigung einer oder mehrerer Tragflächen mit einer oder mehreren Luftschrauben entstanden denken. Durch den Zug (oder Druck) der rotierenden Schraube werden die schräg zur Flugrichtung gestellten, gewölbten Flächen schnell vorwärts gezogen, so daß sich unter ihnen ein Luftpolster bildet, das die Maschine hochdrückt. Das ist derselbe Vorgang wie beim Kinderdrachen; bei diesem hat die Schnur und der Träger derselben die gleiche Bedeutung wie beim Drachenflieger Motor und Luftschraube. — Nach der Anzahl der übereinander angeordneten Tragflächen unterscheidet man Ein-, Zwei- und Dreidecker (auch Mehrdecker, Polyplane). Man hat sich bis jetzt weder für die einen noch die andern entscheiden können, und mit Ein- und Zweideckern sind gleichwertige Leistungen erzielt worden. Neuerdings erstrebt man eine möglichste Verschmelzung beider Typen, die die Vorteile des Eindeckers (große Geschwindigkeit) mit denen des Zweideckers (größere Tragfähigkeit, schnelleres Aufsteigen) vereinigen soll. Ich werde später noch auf die Hauptrichtlinien bei der Konstruktion eines modernen Flugzeugs zu sprechen kommen.

13

Betrachten wir nun ein modernes Flugzeug. Wir unterscheiden im wesentlichen drei Hauptteile: Den Rumpf, die Tragflächen und das Fahrgestell. Der Rumpf enthält den Motor, Benzin- und Ölbehälter, bei wassergekühlten Motoren auch den Kühler, ferner Sitze für Flieger und Passagiere, Steuerhebel und die nötigen Orientierungsapparate wie Kompaß, Barograph, Kartenrollkasten, Tachometer usw. Bei den meisten Flugzeugen befindet sich der Propeller vorne an der Spitze und übt also Zugwirkung aus. Es gibt aber auch viele Apparate (besonders Zweidecker und die sogenannten „Ententyps"), bei denen der Propeller hinter den Tragflächen angebracht ist und demgemäß Druckwirkung ausübt. Die Umdrehungszahl des Propellers liegt gewöhnlich zwischen 1200 und 1800 pro Minute. Die Gestalt des Rumpfes ist verschieden: spindelförmig, fischförmig, bootsförmig usw. Über die günstigste Form mit dem geringsten Luftwiderstand ist man sich noch nicht einig.

Das Fahrgestell dient, wie der Name besagt, zum Anfahren auf der Erde; denn ich erwähnte bereits, daß das Flugzeug erst eine längere Strecke (50 bis 150 m) auf dem Erdboden fahren muß, ehe sich ein genügend tragendes Luftpolster unter den Tragflächen gebildet hat. Ebenso fährt das Flugzeug nach der Landung erst noch eine Strecke, ehe es zum Stillstand kommt. Zur Milderung von Erschütterungen beim Fahren und des Stoßes beim Landen sind die Räder abgefedert, und zwar meistens in Gummiringen aufgehängt. Außerdem haben viele Flugzeugtypen noch ein oder zwei Gleitkufen, die gleichfalls den Landungsstoß mildern sollen.

Die Tragflächen, durch die sich das Flugzeug in der Luft hält, bestehen meistens aus einem Holzgerüst, das auf beiden Seiten mit Aeroplanstoff oder imprägniertem Leinen- oder Baumwollstoff bespannt ist. Auf der Form des Tragflächenprofils und der Verteilung der Gewichte beruht in hohem Grade die Sta-

bilität des Flugzeugs. Die Tragflächen sind im Durchschnitt parabolisch gekrümmt, und zwar ungefähr im Verhältnis 1 : 15 bis 1 : 20[1]). Jedoch gehen die Meinungen über die günstigste Form der Tragflächen auseinander, und fast jeder Konstrukteur verwendet ein anderes Tragflächenprofil für seine Apparate. — Um die seitliche Gleichgewichtslage beim Schwanken des Flugzeugs wiederherzustellen, verwenden viele Konstrukteure die Flächenverwindung, wie ich sie bei dem Wrightschen Doppeldecker erklärt habe. Eine andere Vorrichtung, die den gleichen Zweck erfüllt, sind kleine Klappen, die am Hinterrande der Tragflächen in Scharnieren beweglich angebracht sind, sich beim Fluge infolge des Luftzugs in die Ebene der Tragflächen einstellen, aber vom Flieger so geneigt werden können (und zwar durch zwangsläufige Kuppelung einander entgegengesetzt, d. h. eine Klappe abwärts, die andere aufwärts), daß sie der unter den Flügeln wegstreichenden Luft Widerstand bieten und so den Flügel, der sich gesenkt hat, hochdrücken, also den Apparat wieder in die Gleichgewichtslage bringen. Neuerdings ist man bemüht, die automatische Stabilisation zu vervollkommnen; wie ich schon sagte, hat Focker in Johannisthal (jetzt in Schwerin-Gödies) dies durch Form, Profil und V-Stellung der Tragflächen, sowie durch Hochlegung des Schwerpunktes erreicht. Kürzlich kam aus Amerika die Nachricht, daß Orville Wright einen Stabilisator konstruiert habe, der sich sehr gut bewährt haben soll. — Zur Seitensteuerung des Flugzeugs dienen eine oder mehrere vertikale Flächen, die wie beim Schiffe wirken. Als Höhensteuer dient eine Fläche, die heute meistens mit einer (in der Längsrichtung) stabilisierenden Fläche vereinigt und hinten am Rumpf des Flugzeugs angebracht ist. Beim Hochziehen der hinteren Kante des Höhensteuers drückt die Luft auf deren Oberseite, und drückt somit den Schwanz des Flugzeugs nieder; infolgedessen steigt der Apparat vorne empor. Zum Abstieg wird die Hinterkante des Höhensteuers nach unten geneigt, und somit neigt sich das Vorderteil des Flugzeugs abwärts.

Bei den Wasserflugzeugen (Hydroplanen) sind anstatt des Fahrgestells ein oder mehrere Schwimmer angebracht. Die Schwimmer sind nach den Erfahrungen an Gleitbooten konstruiert und bestehen meistens aus Holz. Sie sind in Schotten geteilt und häufig mit Kapok ausgelegt.— Eine neue Konstruktion stellt das „fliegende Boot“ dar, das zuerst von Curtiß gebaut wurde. Bei diesem bestehen die Schwimmer nicht aus abgeschlossenen mit Luft gefüllten Kästen, sondern die Sitze (bei einigen Konstruktionen auch Motoranlage), sind in ein größeres Gleitboot verlegt, auf dem dann Tragflächen und Steuer aufgebaut sind. Dieser Typ der Wasserflugzeuge hat sich hervorragend gut bewährt und besitzt (besonders als Sportflugzeug) eine große Bedeutung für die Zukunft. In Deutschland hat man die Konstruktion der fliegenden Boote bisher etwas vernachlässigt (mit Ausnahme von Focker und der Gebrüder Ahlert, die schon Anfang 1913 erfolgreiche Flüge auf einem Flugboote ausführten); dafür aber hat man eine Vereinigung von Land- und Wasserflugzeug geschaffen, die für einen künftigen Luftverkehr von größter Bedeutung ist. Man ist mit solchen Flugzeugen weder an günstige Landungsplätze (Flugplätze) gebunden, noch auf Seen oder Flüsse angewiesen, sondern mit Hilfe des Fahrgestells ist immer eine Landung, mit Hilfe der Schwimmer eine „Wasserung“ möglich.

[1]) Lilienthal setzte für seine Gleitflieger die Wölbung im Verhältnis 1 : 12 fest, aber für Flugzeuge mit höheren Geschwindigkeiten ist die Wölbung natürlich flacher zu wählen; daher weisen die neuesten Apparate das Verhältnis 1 : 20 auf



14

Auf die Entwicklung des Flugwesens in den letzten Jahren brauche ich wohl nicht weiter einzugehen, denn die bedeutenderen Ereignisse sind noch im Gedächtnis. Ein gutes Bild der enormen Fortschritte geben die Listen der Rekorde: während Ende 1905 der Weltrekord der Entfernung von Wilbur Wright mit 38 km gehalten wurde, hat Stöffler Ende 1913 eine Tagesluftreise von über 2000 km mit wenigen Zwischenlandungen ausgeführt. Der Höhenrekord betrug Ende 1908 ungefähr 100 m, 1909 453 m, 1910 stieg er bis auf 3100 m (Legagneux), 1912 hielt ihn wieder Legagneux mit 5601 m, und heute ist der sechste Höhenkilometer bereits überschritten. — Und ebenso wie die Leistungen der Flieger ist auch die Sicherheit des Fluges in stetem Zunehmen begriffen:

1908	verunglückten	20%	Flieger	tödlich
1909	-	8%	-	-
1910	-	6%	-	-
1911	-	5%	-	-
1912	-	1,8%	-	-
1913	verunglückten in Deutschland	39	-	- [1])
	- Frankreich	45	-	-

15

Wenn auch diese hervorragenden Leistungen schon erzielt worden sind, können wir doch noch nicht von einer Einwirkung des Flugwesens auf unseren Verkehr und unser wirtschaftliches Leben sprechen. Bei der riesengroßen Entwicklungsmöglichkeit und -fähigkeit des Flugzeugs müssen uns die erzielten Erfolge gering erscheinen. Die zukünftige Verwendungsmöglichkeit des Flugzeugs kann man heute noch gar nicht überblicken. Greifen wir nur einige Gebiete heraus, auf denen das Flugwesen umwälzend wirken wird. Zunächst im Verkehrswesen. Bei noch größerer Vervollkommnung (besonders der Motoren) wird für Flugzeuge ein transatlantischer Flug keine Schwierigkeit mehr bieten, und wie ich kürzlich erfuhr, werden in Amerika schon für dieses Jahr 3 verschiedene Flüge über den atlantischen Ozean vorbereitet. Für den Verkehr und die Post ist das Flugzeug besonders wegen seiner Schnelligkeit wichtig (jetzt schon sind Geschwindigkeiten von über 200 Stundenkilometern erreicht worden). Der stärkste Existenzfaktor der Flugmaschine aber ist ihre Billigkeit; denn wir sehen an unzähligen Beispielen, daß wir heute keine Kosten scheuen, um schnellere Beförderungsmittel zu erlangen. Wieviel bedeutet aber da diese billige Möglichkeit für eine Zeit, in der sich alles nur um die Geschwindigkeit dreht? Deswegen wird auch der Lenkballon mit seinen hohen Herstellungskosten, seiner teuren Gasfüllung, seinem großen Kraftbedarf und Betriebsstoffverbrauch nicht gegen die Flugzeuge aufkommen können. Auch größere Flugzeuge werden gebaut werden, die eine große Anzahl Passagiere tragen können. In Rußland hat schon kürzlich ein solches „Riesenflugzeug“ des Ingenieurs Sikorsky (mit 4 Motoren à 100 PS.) bei einer Belastung von 12 Personen, die sich in der geräumigen Kabine frei bewegten und umhergingen, gute Erfolge erzielt. Für die Wissenschaft kommt das Flugzeug als ein wichtiges Hilfsmittel der Meteorologie

[1]) Es war mir nicht möglich, die Anzahl der Flieger zu erfahren. Ungefähr ist es ein Prozentsatz von 0,15 %

und Topographie in Betracht. Bei der Erforschung unbekannter Länder wird man das Flugzeug in Zukunft kaum entbehren können. Von ganz besonderer Bedeutung ist das Flugwesen für Militär und Marine. Wir dürfen dabei nicht gleich an eine „fliegende Armee" denken, sondern das Flugzeug kommt in erster Linie für Aufklärungs- und Meldezwecke in Betracht. Es soll hierbei die vorhandenen Mittel nicht ersetzen, sondern ergänzen. Die Aufklärung über die Stellung feindlicher Truppenteile bezw. Flottenabteilungen wird die erste und wichtigste Aufgabe der Flugzeuge sein. In zweiter Linie ist das Herabschleudern von Bomben und Sprengstoffen auf Truppen und wichtige Bauten (Forts, Brücken, Bahnen) von Bedeutung. Auch im Festungskriege wird das Flugzeug eine wichtige Rolle spielen; einmal, um den Belagerer von der Schußwirkung seiner Geschütze zu unterrichten, und ferner, um den Verkehr und Nachrichtendienst zwischen der eingeschlossenen Stadt und entfernt liegenden Truppenteilen oder Ortschaften aufrecht zu erhalten. Ein gegenseitiges Beschießen der Flugzeuge wird in der nächsten Zeit noch recht große Schwierigkeiten bieten, da bei der hohen Geschwindigkeit des schießenden Flugzeugs und des Zieles ein sicheres Zielen recht schwierig ist. Dagegen ist mit dem Herunterschießen der Flugzeuge durch Spezialgeschütze zu rechnen, und ob hiergegen eine dünne Panzerung schützen wird, ist recht zweifelhaft. Eine starke Panzerung ist ja wegen des Gewichtes nicht zu verwenden. Wichtige Erfahrungen für die Konstruktion von Kriegsflugzeugen haben die jüngsten Balkankriege gezeitigt, in denen sich übrigens deutsche Flugzeuge („Mars" und „Albatros") auf türkischer und bulgarischer Seite sehr ausgezeichnet haben.

Aber bevor es zu einem regelrechten Luftverkehr kommt, wird der Flugzeugsport die Entwicklung und den Ausbau des Flugwesens zu fördern haben. Das Flugwesen wird denselben Entwicklungsgang gehen wie das Automobilwesen. Der sportliche Ehrgeiz ist es, der heute schon die großen Flugleistungen erzielt hat, und auch das vielgeschmähte „Rekordfieber" tut sein Gutes. Der Sport bringt die Erfolge, indem er mit Mitteln beginnt, die im praktischen Leben nicht bestehen, indem er nur den einen Selbstzweck kennt: zu fliegen, und die sportlichen Werte, die Rekorde, steigert. Ganz abgesehen von der Ausbildung der physischen und psychischen Kräfte durch das Steuern eines Flugzeugs, und dem hohen Genusse des freien Fluges durch lichte Höhen

Hiermit sind die Verwendungsgebiete des Flugzeugs noch nicht erschöpft; aber es würde zu weit führen, auf diese näher einzugehen.

16

Vor einiger Zeit wurden die tollkühnen Sturzflüge von Pégoud viel bewundert und besprochen. Pégoud zeigte uns als erster, daß ein gut „zentriertes" Flugzeug von einem tüchtigen Flieger aus fast jeder Lage wieder aufzurichten ist; aber die Nachahmung seiner Flüge war gänzlich überflüssig, denn durch Unfälle, die sich bei diesen doch recht gefährlichen Flügen leicht ereignen können, wird das Flugwesen wenig gefördert. Dagegen ist die „Zentrierung" des Flugzeugs von großer Wichtigkeit und für dieses neue Gebiet der Flugzeugkonstruktion haben Pégouds Flüge wichtige Erfahrungen gezeitigt. Unter Zentrierung versteht man das möglichste Zusammenfallen des Schwer- und des Auftriebsmittelpunkts. Es ist einleuchtend, daß hierdurch die Stabilität einer Flugmaschine um vieles erhöht wird. Im letzten Jahre war es das Bestreben der französischen Flugtechniker, die Geschwindigkeit des Flugzeugs, besonders des leichten Ein-

deckers, zu erhöhen. So entstanden die kleinen Renneindecker mit starken Motoren, die sich bekanntlich sehr gut bewährt haben. In Frankreich ist die Ansicht sehr verbreitet, daß ein kleines schnelles Flugzeug viel sicherer sei und vor allen Dingen bei starkem Winde bedeutend besser in der Luft liege, als die größeren Apparate mit hoher Tragfähigkeit und dementsprechend größerem Eigengewicht, wie sie in Deutschland viel gebaut werden. Man kann sich aber weder für die eine noch für die andere Art entscheiden, sondern es muß ein Flugzeug geschaffen werden, das bei hoher Tragfähigkeit die Eigenschaften der leichten Rennmaschinen besitzt. In dieser Hinsicht erscheinen mir die Ein- und Zweidecker der Luft-Verkehrs-Gesellschaft in Johannisthal (Konstrukteur: Ing. Schneider) sehr gelungen.

17

Nachdem ich nun das Hauptsächlichste über das Flugwesen gesagt habe, will ich noch etwas über die Konstruktion eines modernen Flugzeugs sprechen.

Der Flugzeugkonstrukteur hat außer dem Stirnwiderstand besonders die Luftreibung zu berücksichtigen; deshalb werden die die Luft durchschneidenden Teile, denen man selbstverständlich die Form mit dem geringsten Luftwiderstand gibt, mit polierter Oberfläche ausgeführt. Die Bespannung der Trag- und Steuerflächen muß aus demselben Grunde möglichst straff und glatt sein. Es wird daher nicht mehr der früher übliche Gummistoff benutzt, sondern mit Cellon-Emaillit (Celluloid-Lösung) imprägnierter Leinenstoff. Das Fahrgestell ist möglichst zu vereinfachen; es wird vielfach aus ovalem Stahlrohr hergestellt, da sich die Stahlrohrkonstruktion bei größerer Festigkeit als Holz leichter und einfacher durchbilden läßt, und die bei der Holzkonstruktion nötige Verspannung fortfällt. Überhaupt ist das Bestreben der Konstrukteure, in den Flügeln und im Rumpf das Holz durch Chromnickelstahl zu ersetzen, als ein großer Fortschritt anzuerkennen. So fällt die gefährliche Splitterbildung des Holzes beim Bruch fort und auch der Witterung widersteht Stahl besser als Holz. Ebenso werden heute die Aluminiumschuhe zur Verbindung der Streben untereinander durch Stahl ersetzt. Denn Stahl ist viel zuverlässiger und dauerhafter als Aluminium. Bei den Zweideckern werden die Tragflächen gern „gestaffelt" angeordnet, d. h. die untere Fläche wird gegen die obere nach hinten etwas verschoben. Hierdurch soll die Tragfähigkeit erhöht werden, und besonders vorteilhaft ist die Staffelung für den Gleitflug, da sie eine bedeutende Dämpfung des Falles zur Folge hat. Neuerdings werden viele „Pfeilflugzeuge" konstruiert; bei diesen sind die Tragflächen in horizontaler und vertikaler Richtung schwach V-förmig angeordnet. Diese Konstruktion trägt zur besseren Stabilisation bei und hat sich hervorragend gut bewährt. Auf die leichte Demontage und Transportfähigkeit des Flugzeugs hat der Konstrukteur besonders zu achten. Namentlich müssen die Flügel leicht vom Rumpf abgenommen werden können. Der Rumpf wird meist geschlossen konstruiert, so daß nur die Köpfe des Fliegers und der Passagiere hervorragen. Liegen die Sitze nicht im Rumpf, sondern unter den Tragflächen (bei Grade u. a.) oder zwischen den Tragflächen (bei vielen Zweideckern wie Wright, den älteren Farmantypen, Otto-Ago usw.), so werden sie mit einer Karosserie umgeben, um möglichst wenig Luftwiderstand zu bieten und dem Flieger und den Passagieren den Aufenthalt im Flugzeug bequemer zu gestalten. Anzustreben ist ferner Startmöglichkeit ohne fremde Hilfe, d. h. Anlasser für den Motor vom Führersitz aus oder eine Vorrichtung zum Ein- und Ausrücken der Luftschraube, so daß der Motor wie ein Automobilmotor angekurbelt werden

kann[1]). Für Nachtflüge ist die Beleuchtung des Flugzeugs unbedingt erforderlich. Für militärische Zwecke wäre auch die Ausrüstung mit Scheinwerfern wünschenswert.

Der gestirnte Himmel im Monat Mai 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Das magnetische Feld der Erde und der Sonne

Die Abteilung für Erdmagnetismus des Carnegie-Institutes in Washington, welche von Professor Bauer geleitet wird, hat ein neues Gebäude erhalten, wofür das Carnegie-Institut fast eine halbe Million Mark zur Verfügung gestellt hat. Die beiden Schiffe „Galilee“ und „Carnegie“, die ohne Stahl und Eisen gebaut sind, durchkreuzen die Ozeane der Erde, um die magnetische Aufnahme auch für die meerbedeckte Erdoberfläche immer mehr zu vervollständigen. Im neuesten Jahresbericht des erdmagnetischen Instituts berichtet Professor Bauer auch über eine vorläufige Untersuchung des magnetischen Feldes der Sonne. Das gleiche Verhalten des magnetischen Feldes auf der Erde und auf der Sonne, insbesondere die Analogien ihrer Abweichungen, deuten darauf hin, daß der Ursprung beider wohl auf ähnliche Ursachen zurückgeführt werden kann. Im Jahre 1885 war die Neigung der magnetischen Achse gegen die Drehachse der Erde zu $11^{\circ},6$ bestimmt worden, ein Ergebnis, das aus allen veröffentlichten Beobachtungsangaben zwischen 60° nördlicher und 60° südlicher Breite im Jahre 1912 bestätigt werden konnte.

Edmund Halley, der bekannte Entdecker der Periodizität des Halleyschen Kometen, erhielt im Jahre 1698 vom König Georg III. den Auftrag, die Abweichung des Kompasses an verschiedenen Stellen der Erde zu bestimmen. Er hat mit dem Segelboot „Paramour Pink“ zwei Reisen in der Zeit vom 20. Oktober 1698 bis 7. September 1700 im Atlantischen Ozean zwischen 50° nördlicher und 52° südlicher Breite unternommen, welche als die ersten ozeanisch-magnetischen Vermessungen angesehen werden können. Da Halley selbst seine magnetischen Beobachtungen nie veröffentlichte, sondern nur eine magnetische Karte für 1700 nach seinen Beobachtungen angefertigt hat, so hat Prof. Bauer in seiner Zeitschrift „Terrestrial Magnetism“, Sept. 1913, die magnetischen Resultate von Halleys Expeditionen veröffentlicht und verarbeitet. Er weist mit Recht darauf hin, daß die damals beobachteten Werte ermöglichen, die säkulare Veränderung der magnetischen Deklination an den Beobachtungspunkten nunmehr für 200 Jahre festzustellen, da das Carnegie-Schiff die meisten der damals von Halley berührten Punkte neu vermessen hat.

Die Sterne

Hoch oben im Zenit finden wir abends 10 Uhr den großen Bären, den Drachen, den Bootes mit der benachbarten Krone, das Haar der Berenike und den großen Löwen. In der Richtung der Ekliptik liegt das lang gestreckte Sternbild der Jungfrau mit der hellen Spica an dem einen und β an dem anderen Ende. In der Mitte liegt das interessante vierfache Sternsystem Gamma in der Jungfrau. In der Nähe finden wir eine außerordentlich große Zahl schwacher runder oder ovaler Nebel, die nur für lichtstarke Instrumente erreichbar sind. Das vierfache Sternsystem trägt in dem General-Katalog der Doppelsterne von Burnham die Nummer 6243. Dieses System (Rekt. = $12^h\,35^m\,37^s$, Dekl. = $-0^{\circ}\,47'$ für 1880) wurde zuerst als Doppelstern von Pound im Jahre 1718 beobachtet, jedoch liegen genauere Beobachtungen erst seit 1825 von Wilhelm Struve vor. Burnham zeigt uns in einem Diagramm, das wir hier wiedergeben (Fig. 1), die stark exzentrische Bahn dieses Systems, dessen Umlaufszeit 194 Jahre beträgt. In kleineren Fern-

[1]) Wir haben allerdings schon verschiedene solche Konstruktionen, sie weisen aber noch mehr oder minder große Mängel auf



rohren erkennt man nur zwei Sterne, die beide gleich hell erscheinen, 3. Größe sind und jetzt eine Distanz von 6",2 haben. Im Jahre 1835 betrug jedoch der Unterschied der beiden Sterne etwa eine halbe Größenklasse; auch schienen die Sterne nicht ganz unveränderlich zu sein. Einmal erschien der Hauptstern hellgelb, der Begleiter grünlich, und dann waren wieder beide Sterne grauweiß. Wie aus unserer Zeichnung hervorgeht, betrug im Jahre 1836 die Distanz nur 0",3, so daß John Herschel selbst mittelst seines 20füßigen Reflektors die Sterne damals nicht von einander trennen konnte. Von dieser Zeit ab nahm die Distanz rasch zu; 1889 fand Burnham dieselbe bereits 5",7, er sah auch noch einen überaus schwachen Begleiter 14,5. Größe in 43" Entfernung und einem Positionswinkel von 159°. Schon im Jahre 1880 war noch ein dritter Stern 11,6. Größe in einer Distanz von 103" und 88° Positionswinkel aufgefunden worden. Jetzt sind die beiden Hauptsterne in jedem schwachen Fernrohr bequem trennbar. Ein anderer leicht trennbarer Doppelstern befindet sich in Rekt. = $12^h\,0^m$ und Dekl. = $-3°\,17'$ (für 1880 Burnham Nr. 6113), der Hauptstern ist 5,9. und der Begleiter 6,4. Größe, die Distanz beträgt 20", der Positionswinkel 196°; beide Sterne sind farblos und haben eine gemeinsame Eigenbewegung, sodaß sie als wirklicher Doppelstern angesehen werden können, obgleich sich weder ihre Distanz noch ihr Positionswinkel bisher geändert hat.

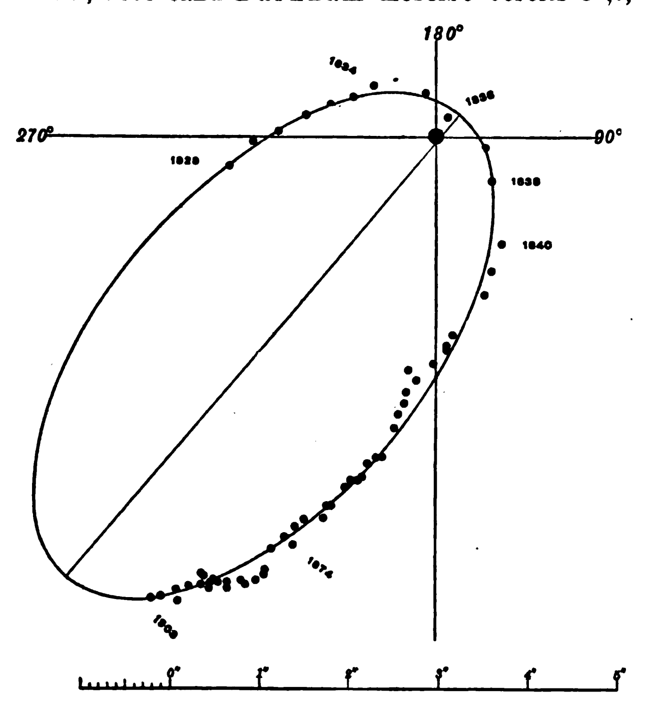


Fig. 1. Doppelsternbahn von Gamma in der Jungfrau

Zwischen dem vierfachen Sternsystem Gamma und dem hellen Sterne Spica, der als ein spektroskopischer Doppelstern mit vier Tagen Umlaufszeit erkannt worden ist, steht das dreifache Sternsystem ϑ in der Jungfrau; seine Rekt. ist = $13^h\,3^m\,44^s$ und seine Dekl. = $-4°\,54'$ für 1880 (bei Burnham trägt es die Nr. 6405). Der Hauptstern ist 4,0., der Begleiter 9,0. Größe, die Distanz beträgt 7",07 und der Positionswinkel 344°. Im Jahre 1781 fand W. Herschel noch in einer Entfernung von 64" und einem Positionswinkel von 295° einen schwachen Begleiter 10. Größe.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $2^1/_2{}^h$ bis $4^1/_2{}^h$) zeigt jetzt Erscheinungen, die mit Sicherheit darauf hindeuten, daß das lang anhaltende Minimum der Sonnenflecken überwunden ist. Es sind nämlich Flecken in hohen Breiten aufgetreten, was immer als sicherstes Anzeichen für eine erhöhte Tätigkeit auf der Sonne anzusehen ist. Je mehr wir uns dem Maximum der Sonnenfleckentätigkeit nähern, um so mehr verschiebt sich der Ort der Flecken nach dem Sonnenäquator hin. Im Monat Mai nimmt die Länge der Tage schnell zu, steigt doch die Sonne während des Monats um 7° höher. Weitere Daten sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Mai 1	+ 14° 54′	$4^h\,38^m$	$7^h\,27^m$	$52^1/_2{}^0$
- 15	+ 18° 43′	$4^h\,13^m$	$7^h\,52^m$	$56^1/_4{}^0$
- 31	+ 21° 50′	$3^h\,53^m$	$8^h\,14^m$	$59^1/_2{}^0$



Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

Mai

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr

I. E * ○

III. E * A * ○

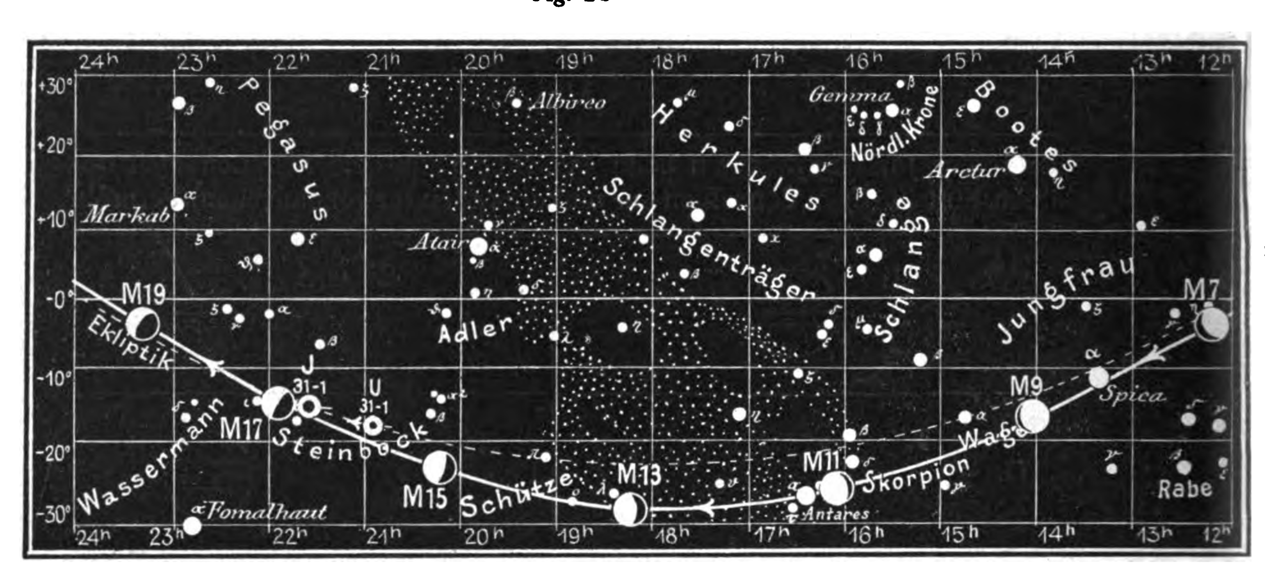
II. E * ○

IV. E * A * ○

Stellungen der Trabanten um 15^h Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1		○	2· 1· 4· ·3
2	2. ·14	○	· 3·
3	○1·○3· 4·	○	·2 ●
4	4· 3.	○	·1 2.
5	4· ·3 2· 1·	○	
6	4· ·2·3	○	·1
7	·4 1.	○	·2 ·3
8	·4	○	2.1. ·3
9	·4 2. ·1	○	3·
10	·4	○	1· 3 ·2 ●
11	3·	○	·4 ·2 ·1 ●
12	·3 2· 1·	○	·4
13	2 ·3	○	·1 ·4
14	1·	○	.3 ·2 ·4
15		○	.12· ·3 ·4
16	2. .1	○	3· 4·
17	·2	○	3· 1· 4·
18	3·	○	·2 4· ·1 ●
19	○1·○2· 3· 4	○	·
20	4 · ·3 ·2	○	.1
21	4· 1·	○	·3 ·2
22	4·	○	.1 2. ·3
23	4· ·1 2	○	3·
24	·4 ·2	○	1·3
25	·4 3· .1	○	·2
26	○1· 3· ·4	○	2·
27	·32·	○	.1 ·4 ●
28	1.	○	·2 ·4 ·3 ●
29		○	.1 2. ·3 ·4
30	1·2·	○	3. ·4
31	·2	○	1·3· ·4

Fig. 2b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Der Mond ist mit seinen wechselvollen Phasengestalten wieder für den 1. bis 31. Mai von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten 2a und 2b eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel:	Mai 3	$7^1/_2{}^h$ morgens	Letztes Viertel:	Mai 16	$11^1/_4{}^h$ abends
Vollmond:	- 9	$10^1/_2{}^h$ abends	Neumond:	- 25	$3^1/_2{}^h$ morgens

Im Monat Mai finden drei Stern- und eine Planetenbedeckung statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Mai 1	κ Geminorum	3,4	$7^h\ 39^m$	+ 24° 36′	$8^h\ 39^m,1$ abends	178°	$9^h\ 4^m,5$ abends	224°	Mond im Meridian $5^h\ 4^m$ nachm.
- 17	ι Aquarii	4,2	$22^h\ 2^m$	— 14° 17′	$3^h\ 5^m,3$ nachts	41°	$4^h\ 15^m,1$ morgens	262°	Mondaufgang $1^h\ 46^m$ nachts
- 30	Mars		$9^h\ 12^m$	+ 17° 45′	$6^h\ 16^m,9$ abends	125°	$7^h\ 29^m,9$ abends	298°	Mond im Meridian $4^h\ 45^m$ nachm.
- 31	Regulus	1,3	$10^h\ 4^m$	+ 12° 23′	$6^h\ 6^m,2$ abends	106°	$7^h\ 14^m,2$ abends	323°	Mond im Meridian $5^h\ 35^m$ nachm.

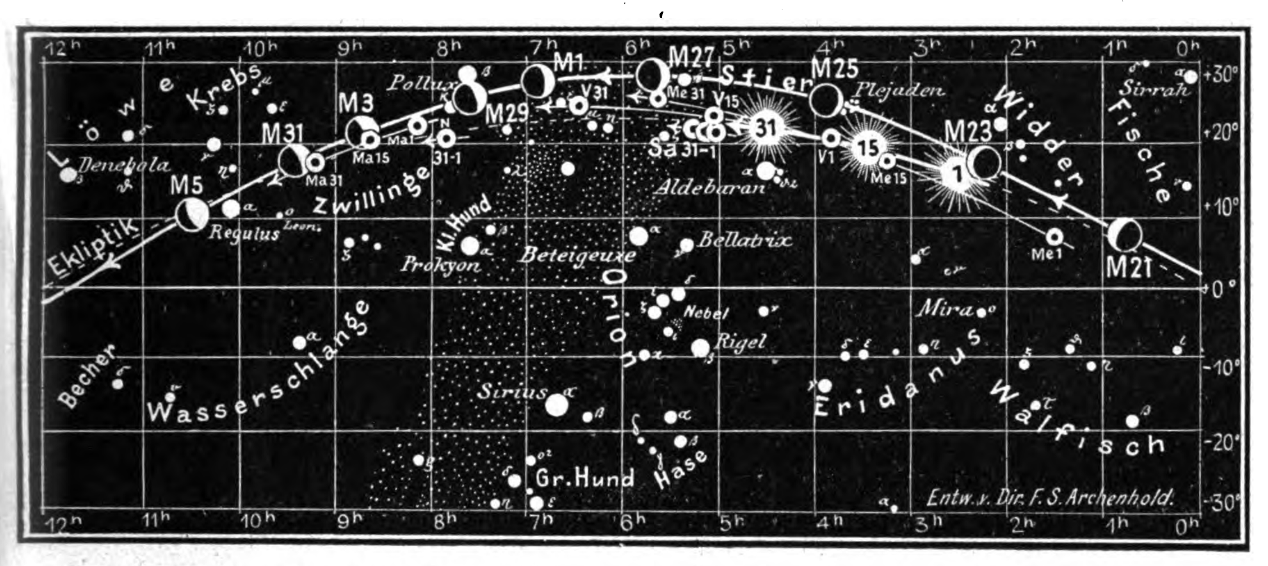
Die Planeten

Merkur (Feld $1^1/_2{}^h$ bis $5^1/_2{}^h$) ist während des ganzen Monats für das bloße Auge unsichtbar, in großen Fernrohren kann er jedoch am Ende des Monats neben der Sonne im Sternbilde des Stiers am Tage beobachtet werden. Seine Entfernung nimmt von 182 auf 175 Millionen km ab, sein scheinbarer Durchmesser von 5″,5 auf 5″,7 zu. Er steht am 26. d. M. in Konjunktion mit dem Mond, $2^1/_2{}^0$ oberhalb des Saturn.

Venus (Feld $3^3/_4{}^h$ bis $6^1/_2{}^h$) ist zuerst $1^1/_4$ und dann $1^1/_2$ Stunden lang als Abendstern am westlichen Himmel zu sehen. Ihre Entfernung nimmt von 237 auf 217 Mill. km ab und der Durchmesser entsprechend von 10″,6 auf 11″,6 zu. Sie steht am 16. Mai in Konjunktion mit dem Saturn und zwar 2° 10″ nördlich von demselben, am 27. rückt sie in Konjunktion mit dem Mond.

Mars (Feld $8^1/_4{}^h$ bis $9^1/_4{}^h$) entfernt sich in diesem Monat um 40 Millionen km von der Erde und steht am 31. Mai in einer Entfernung von 267 Millionen km. Sein Durch-

Fig. 2a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Noptun

messer nimmt von 6″,1 auf 5″,2 ab; er tritt am 2. und 30. Mai in Konjunktion mit dem Mond, geht am Morgen sehr früh unter und ist am Ende des Monats nur noch $2^1/_2$ Stunden lang sichtbar.

Jupiter (Feld $21^1/_2{}^h$ bis $21^3/_4{}^h$) ist Mitte des Monats $1^1/_4$ Stunden und am Ende bereits $1^3/_4$ Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar; seine Entfernung beträgt am 1. Mai 770 und am 31. Mai 700 Millionen km, sein Polardurchmesser nimmt von 35″,4 auf 38″,9 zu. Wir bringen auf Seite 203 die Stellungen der Jupitersmonde im Monat Mai. Der Planet selbst steht am 16. Mai in Konjunktion mit dem Mond.

Saturn (Feld 5^h bis $5^1/_4{}^h$) ist zu Anfang des Monats nur noch kurze Zeit am Abendhimmel zu sehen und wird am Ende des Monats schon ganz unsichtbar. Seine Entfernung beträgt am 1. Mai 1467 und am 31. Mai 1497 Millionen km. Sein Polardurchmesser beträgt am Ende des Monats 15″,4.

Uranus (Feld 21^h) ist am 1. Mai 2968 und am 31. d. M. 2896 Millionen km von der Erde entfernt, aber wegen seiner tiefen Stellung nur ungünstig zu beobachten.

Neptun (Feld $7^3/_4{}^h$) ist trotz seiner Entfernung von mehr als 4500 Millionen km noch in großen Fernrohren wegen seiner hohen Stellung über dem Äquator einige Stunden lang nach Sonnenuntergang zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Mai 2 10^h vorm. Mars in Konjunktion mit dem Monde.
- 16 3^h nachm. Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 16 3^h nachm. Venus in Konjunktion mit Saturn. Venus 2° 10′ nördl. von Saturn.
- 26 2^h nachts Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 26 mittags Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 27 10^h vorm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 30 6^h nachm. Mars in Konjunktion mit dem Monde.

Kleine Mitteilungen

Über die Helligkeit des Himmels in der Nähe der Sonne hat Herr H. Diercks genaue Messungen angestellt, die zu einer Dissertation Verarbeitung gefunden haben (Kiel 1912). Auf dem Dache des Physikalischen Instituts in Kiel wurden photometrische Messungen vorgenommen, die in der Hauptsache darauf beruhten, daß von der Sonne und dem benachbarten Himmel mit Hilfe eines geeigneten optischen Systems (Teleobjektivs) ein vergrößertes Bild auf einer transparenten Mattscheibe entworfen wurde, aus dem dann gleiche kleinere Stücke mit Hilfe einer Blende herausgeschnitten und deren Helligkeiten photometrisch bestimmt und miteinander verglichen werden konnten.

„Der verwendete Apparat wurde auf eine Stelle des Himmels gerichtet, an die nach einer bestimmten Zeit die Sonne auf ihrer Bahn gelangen mußte, und dann vollständig in derselben Stellung festgehalten, sodaß die Sonne durch das optische System wandern mußte. In dieser Weise wurden zuerst Bilder des Himmels westlich der Sonne, hierauf die Sonne selbst und schließlich Bilder des Himmels erhalten, die östlich der Sonne lagen. Zum Beobachten wurde das bekannte L. Webersche Milchglasplattenphotometer benutzt. Auf den zu diesem Photometer gehörenden Abblendungstubus wurde ein 75 cm langes Aluminiumrohr gesteckt, das an seinem vorderen Ende das oben erwähnte optische System in Form eines als Teleobjektiv dienenden monokularen Feldstechers trug. Anstelle der Benzinkerze wurde eine durch den Schornstein des Brennergehäuses vom Zenit her beleuchtete weiße Reflexionsfläche verwendet. Der Durchmesser der aus dem Himmelsbilde herausgeschnittenen Stellen betrug rund $^1/_7{}^\circ$. Die Bestimmung der Entfernung derselben vom Mittelpunkt der Sonne geschah durch Zeitmessungen. Hieraus wurde dann durch geeignete Umrechnung die wirkliche zentrale Entfernung in Bogenminuten gefunden.

Die Zahlen einer Beobachtungsreihe mögen in folgender Tabelle wiedergegeben sein. Sie sind relative Werte, die auf die Flächenhelligkeit der Sonnenscheibe bezogen sind, wobei diese gleich 100 000 gesetzt ist.

Entfernung von der Sonne	Flächenhelligkeit westl. der Sonne	Flächenhelligkeit östl. der Sonne	Entfernung von der Sonne	Flächenhelligkeit westl. der Sonne	Flächenhelligkeit östl. der Sonne
0° = Sonne	100 000	100 000	0° = Sonne	100 000	100 000
0° 18′	240,4	242,4	4° 1′	15,22	18,14
32	193,2	184,2	15	14,03	16,84
46	160,2	144,1	29	13,98	16,14
1 0	142,4	116,2	43	13,33	14,53
14	125,1	106,4	56	13,42	13,36
28	104.8	90,28	5 10	13,13	11,98
42	96,27	79,80	24	12,86	11,89
56	80,19	71,48	38	12,61	11,69
2 9	57,21	59,22	52	12,43	11,41
23	54,40	50,66	6 6	12,16	11,22
37	46,32	46,12	20	12,03	11,00
51	35,92	37,44	34	11,97	10,22
3 5	24,41	31,87	48	11,74	10,04
19	22,99	26,22	7 2	11,42	9,93
33	17,88	23,31	16	11,31	9,81
47	16,65	20,78	30	10,56	9,65

Ortshelligkeit [mit Ausschluß der Sonnenstrahlen]: 14 260 H. M. K. Klarheit der Sonnenscheibe: 4

Alle anderen Beobachtungsreihen sind bei guter Reinheit der Atmosphäre ausgeführt worden. Die Klarheit der Sonne war durchweg 3 bis 4. Ein genaueres Maß für die „Bläue" des Himmels ließ sich durch Messung der Ortshelligkeit unter Ausschaltung der Sonnenstrahlen gewinnen. Je reiner die Luft, desto gesättigter wird die „Bläue" des Himmels und desto kleiner die Ortshelligkeit sein, desto kleiner werden auch die relativen Helligkeitswerte in der Nähe der Sonne sein.

Aus dem Vergleich der an verschiedenen Tagen bei verschiedener Sonnenhöhe und verschiedener Reinheit des Himmels gemachten Messungen ergab sich:

1. Die Abnahme der Helligkeit vom Sonnenrande bis zu einer Entfernung von $7^1/_2{}^\circ$ ist bei guter gleichmäßiger Reinheit der Atmosphäre vollkommen stetig, sie ist beiderseits symmetrisch und angenähert durch Ellipsenbogen darstellbar.

2. Die Flächenhelligkeit in Sonnennähe ist bei gleicher Reinheit des Himmels abhängig von der Sonnenhöhe, und zwar derart, daß einem Steigen der Sonnenhöhe eine Abnahme in der Größe der relativen Werte der Flächenhelligkeit entspricht.

3. Die Flächenhelligkeit nimmt bei gleichen Sonnenhöhen um so mehr ab, je intensiver das Blau des Himmels, je geringer also die mit Ausschluß der Sonnenstrahlen gemessene Ortshelligkeit ist.

4. Die im Laufe der Beobachtungen gefundenen kleinsten Werte der Flächenhelligkeit in der Nähe der Sonne, welche den für den Beobachtungsort kleinstmöglichen Werten zweifellos sehr nahe kommen, sind:

Entfernung von der Sonne	Flächenhelligkeit westl. der Sonne	Flächenhelligkeit östl. der Sonne	Entfernung von der Sonne	Flächenhelligkeit westl. der Sonne	Flächenhelligkeit östl. der Sonne
0° = Sonne	100 000	100 000	0° = Sonne	100 000	100 000
0° 18′	54,83	54,23	1° 13′	19,13	19,21
32	42,32	39,87	27	14,02	17,11
46	32,26	29,73	41	13,69	15,33
59	25,81	23,83	55	9,80	11,86

5. Ausnahmsweise ist an einigen Tagen eine sehr merkwürdige Störung der normalen gleichmäßig abfallenden Helligkeitskurve beobachtet worden. Der schlanke Ellipsenbogen zeigte in gewissem Abstande von der Sonne wellenförmige bis zu 50 % betragende Erhöhungen an. Da diese Lichtzunahme genau symmetrisch auf beiden Seiten der Sonne beobachtet wurde und daher Fehler ausgeschlossen waren, war hiermit die Existenz von Höfen in nächster Nähe der Sonne erwiesen.

Es wurden beobachtet am 31. März 1911 2^p55 ein Hof von 12° Durchmesser und am 1. Juni 1911 10^a48 ein Hof von 1½° Durchmesser. Ferner am 30. Mai 1911 9^a24 zwei gleichzeitige Höfe von 4° und 12° Durchmesser und am 1. Juli 1911 9^a42 zwei gleichzeitige Höfe von 1½° und 12° Durchmesser.

Herr Diercks macht schließlich noch darauf aufmerksam, daß die Messung der verhältnismäßigen Himmelshelligkeit in der Nähe der Sonne eine vorzügliche und empfindliche Kennzeichnung der Reinheit der Atmosphäre abgeben müsse.

Die Fernwirkung der Explosion auf dem Steinfelde bei Wiener-Neustadt vom 7. Juni 1912 hat Dr. Dörr auf Grund eines reichen Beobachtungsmaterials bearbeitet, das auf mehr als 700 Einzelmeldungen aus Nieder- und Oberösterreich, Ungarn, Böhmen, Bayern, Salzburg, Tirol, Steiermark, Kärnthen, Krain und Kroatien basiert, und kommt zu folgenden Ergebnissen (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Jg. 13, Nr. XXIII):

1. Das Verbreitungsgebiet der durch die Explosion von etwa 150 000 kg Pulver verschiedener Sorten ausgelösten akustischen Phänomene gliedert sich deutlich

a) in einen inneren, die Explosionsstelle umschließenden, gegen Westen und Süden durch die vorgelagerten Höhenzüge abgegrenzten, gegen Osten zu nicht schärfer abzuteilenden Erstreckungsbereich, der als ein Komplex, als Innengruppe, angesehen werden darf;

b) in ein äußeres, einen Ringabschnitt von nahezu 180° Zentriwinkelöffnung bedeckendes, von Nord über West gegen Süd gelegenes Verbreitungsgebiet, das durch seine einwandfrei scharfe Trennung von der Innengruppe als Außengruppe bezeichnet werden darf;

c) die Breite des zwischen beiden Gruppen liegenden Gürtels („Zone des Schweigens"), aus welchem keine positiven und nur vereinzelte negative Meldungen vorliegen, beträgt 100 bis 130 km;

d) die Dimensionen der Spannweiten dieser drei Gebiete scheinen abhängig von der zur Explosion gelangten Sprengmittelmenge zu sein.

2. In beiden Gruppen zeigen die Summen der Meldungsorte nach Entfernungsgruppen von je 10 zu 10 km Distanzzuwachs sowohl in den einzelnen Azimutalsektoren als auch in deren Gesamtsummen die Tatsache, daß das Maximum dieser Meldungssummen erst in einer mittleren Entfernung auftritt, demnach nicht unmittelbar in dem der Explosionsstelle benachbarten Gebiete oder am Innenrande der Außengruppe gelegen ist.

Die Ausmessungen der Karten betreffs der Explosionen von Witten-Annen (1906) und auf der Eigerwand (Jungfraubahn, 1908) bestätigen diese Tatsache.

3. Lücken oder auffällig niedrigere Meldungssummen sind auf orographische und die durch diese bedingten Besiedelungsverhältnisse zurückzuführen.

4. Die Schallteilung in mehrfache Schallwahrnehmungen tritt bereits in verhältnismäßig geringer Entfernung vom Explosionsherde auf; es ist jedoch wahrscheinlich, daß größere Ent-

fernung und höhere Vervielfachung der akustischen Wahrnehmungen in direktem Zusammenhange stehen.

5. Die Reinheit der akustischen Wahrnehmungen (zwei- oder dreimalige, schärfer abgegrenzte Schallwahrnehmungen gegenüber jenen mit donnerähnlichem Rollen untermischten oder nur als Donnerrollen beobachteten) scheint von der Seehöhe des Beobachtungsortes abhängig zu sein, und zwar entspricht der größeren Reinheit auch die größere Seehöhe.

6. Verläßliche Zeitangaben machen es wahrscheinlich, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der akustischen Phänomene in der Innengruppe beträchtlich über jener der normalen Schallgeschwindigkeit, in der Außengruppe beträchtlich unter derselben liegt.

7. Auffällige Begleiterscheinungen werden bis auf Entfernungen von 200 bis 300 km beobachtet, wie mechanische Wirkungen (Fensterklirren, Bewegen leicht angelehnter Fensterflügel, auffällige Luftbewegungen), Beunruhigung von Tieren, Sichtbarkeit der Explosionswolke, auch Licht- und Feuererscheinungen, Einwirkung auf das Ohr (Innengruppe), auf Schwerhörige (Außengruppe) u. a. m.

Zur Namenskunde der Winde macht Herr Prof. C. Kassner in der „Meteorologischen Zeit schrift" 1913 Heft 12 S. 619 eine sehr interessante Mitteilung, deren Abdruck er uns freundlichst erlaubt hat. Er schreibt: „Als ich zu Ostern (1913) in Rom weilte, fand ich rings um den Obelisken in der Mitte der Piazza di San Pietro in Marmorplatten die italienischen Namen der 16 Windrichtungen nebst Erklärungen ihrer Bedeutung, z. B. Greco und darunter Nordest. Nach meteorologischer Schreibweise ergibt sich folgende Windrose:

NNW	= Tramontana Maestro	SSE	= Ostro Scirocco
N	= Tramontana	S	= Ostro
NNE	= Tramontana Greco	SSW	= Ostro Libeccio
NE	= Greco	SW	= Libeccio
ENE	= Greco Levante	WSW	= Ponente Libeccio
E	= Levante	W	= Ponente
ESE	= Levante Scirocco	WNW	= Ponente Maestro
SE	= Scirocco	NW	= Maestro

Man ging also von den vier Hauptrichtungen aus und fügte zur Bezeichnung der Nachbarrichtungen die vier Zwischenrichtungen an. Nur bei ENE zeigt sich eine Abweichung, die ich anfangs für einen Abschreibfehler meinerseits hielt. Herr Direktor Palazzo war aber so freundlich, auf eine Anfrage selbst dorthin zu gehen und mir mitzuteilen, daß in der Tat Greco Levante in der Platte zu lesen ist; er fügte hinzu, daß das absichtlich geschehen sei, weil Levante Greco dem italienischen Ohre nicht gut klinge.

Außer diesen Windnamen bemerkt man dort auch eine Mittagslinie (in Granit oder Porphyr), die vom Obelisken aus nach N geht; eingeschaltet sind runde Marmorplatten mit den eingemeißelten Zeichen des Tierkreises, und zwar wohl so, daß zur Mittagszeit der Schatten des Obelisken in dem Tierkreis endet, in dem die Sonne jeweils steht. An der Nordseite des Obeliskensockels steht die Inschrift:

Petrus Maccaranius
Fabricae S. Petri Curator
Semitam Meridianam
Publicae Commoditate
Aero Proprio P. (osuit)
Anno MDCCCXVII,

d. h. Pietro Maccarani, Verwalter der Kirchenbaukasse von S. Peter, hat diese Mittagsspurlinie zur öffentlichen Bequemlichkeit auf eigene Kosten im Jahre 1817 legen lassen.

Obige Tafeln mit den Windnamen sind spätestens 1817 in das Pflaster eingelassen worden, frühestens aber bei Errichtung des Obelisken 1586. Genaueres konnte ich trotz verschiedener Versuche nicht ermitteln."

Berichtigung. Auf Seite 175 Zeile 11 von unten heißt es Orville nicht Orwille

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW





Abb. 9
Hauptanlage von Avebury, Blick vom Süddurchbruch des Walls nach Norden auf die Reste des großen und des Südsteinkreises sowie auf das Dorf



Abb. 10
Hauptanlage von Avebury, Blick von Norden auf die Reste des Süd- und des großen Steinkreises sowie auf den Wall und dessen Süddurchbruch



Abb. 11
Hauptanlage von Avebury, die Reste der Mittelanlage (Cove) des Nordsteinkreises, gesehen von Nordwest



Abb. 12
Die Long Stones im Zuge der Beckhampton-Avenue von Avebury

INHALT

Feste Lösungen

Von Dr. Ferdinand Hart

Unter Lösungen versteht man allgemein flüssige Systeme, die aus einem flüssigen lösenden und einem gelösten Stoffe bestehen. Der gelöste Stoff kann sowohl ein fester, ein flüssiger, wie auch ein gasförmiger sein. Ein Stoff im gelösten Zustande besitzt die Zustandsform, die das Lösungsprodukt selbst angenommen hat. Fester Zucker würde also in einer wässerigen Zuckerlösung flüssig geworden sein. Öffnen wir eine Selterwasserflasche, so entströmt unter Aufbrausen ein großer Teil der Kohlensäure. Auch die sonst gasförmige Kohlensäure ist im Wasser flüssig gewesen. Zwar sagen wir, Wasser löst Kochsalz, Zucker usw. auf, doch wirkt auch der feste Stoff seinerseits lösend. Er selbst wirkt also ebenfalls auf das Lösungsmittel verändernd ein. Dies kann leicht daraus ersehen werden, daß beim Vermengen fester Eisstückchen mit festem Viehsalz unter starker Temperaturerniedrigung eine flüssige Lösung erhalten wird. Die beiden festen Stoffe lösen sich gegenseitig auf. Die Lösung eines Stoffes erfolgt nicht nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen, sondern verläuft beliebig innerhalb gewisser Grenzen. Eine bestimmte Wassermenge, die nur ein Gramm Zucker enthält, ist ebenso gut eine Zuckerlösung, als wenn sie 2, 3, 4, 5, 6 usw. Gramm Zucker enthielte. Eine Grenze ist aber doch gesetzt. Es können nicht beliebig große Mengen Zucker aufgelöst werden. Temperatur und Druck beeinflussen die Lösungsmöglichkeit.

So lösen 100 Teile Wasser bei

0°	5°	15°	25°	60°	80°	100°
35,52	35,63	35,87	36,64	37,25	38,22	39,16

Teile Kochsalz auf.

Es werden ungesättigte und gesättigte Lösungen unterschieden. Bei 109,7°, dem Siedepunkt einer gesättigten Kochsalz-Lösung, sind 40,35 Teile Kochsalz gelöst.

Eine große Reihe fester Körper, wie die Legierungen und sogenannten Mischkristalle zeigt bei eingehender Betrachtung ganz das Verhalten von Lösungen, weshalb ihnen der Name „feste Lösungen“ beigelegt wurde. Kein Geringerer als Van't Hoff war es, der diesen neuen Begriff in die Wissenschaft einführte. Das Studium der isomorphen Mischkristalle erweckte in ihm die Vorstellung fester Lösungen. Er definiert: „Lösungen sind homogene Stoffe, deren Zusammensetzung und deren physikalische Eigenschaften sich unter Beibehaltung der Homogenität in kontinuierlicher Weise ändern können.“ Professor Marc definiert den Lösungsbegriff: „Eine Lösung ist ein im Gleichgewicht befindliches System aus mehreren Komponenten, die miteinander nur eine Phase



bilden (Unterschied von den Gemischen, Suspensionen, kolloiden Lösungen) und die innerhalb gewisser Grenzen in jedem beliebigen Verhältnis in diesem System enthalten sein können (Unterschied von chemischen Verbindungen)".

Diese beiden Definitionen lassen die Zustandsform, ob fest, flüssig oder gasförmig, unberücksichtigt. Es handelt sich nur um eine einzige Phase, die unabhängig vom Aggregatzustand völlig homogen, in allen Teilen gleichartig sein muß. Die Komponenten, Wasser und Kochsalz, in einer festen Lösung, etwa Stahl, Eisen und Kohlenstoff, dürfen in dem System in beliebigen Mengen vorhanden sein.

Nach den Definitionen können wir auch von gasförmigen Lösungen sprechen. Gase lösen sich gegenseitig in allen Verhältnissen, bei flüssigen Lösungen sind schon, wie oben bemerkt, gewisse Grenzwerte vorhanden, die bei festen Lösungen noch enger gezogen sind.

Um noch kurz auf chemische Verbindungen zurückzukommen, so sind diese an ganz bestimmte Gewichtsmengen gebunden. Kohlensaurer Kalk, aus 44 Teilen Kohlensäure und 56 Teilen Ätzkalk bestehend, ist in sich völlig homogen. Wir kennen keinen zweiten Stoff, der ein Mehr oder Weniger an Kohlensäure und Kalk enthielte, dessen Eigenschaften denen des Kalksteins gleich wären. Bei Lösungen ändern sich die Eigenschaften und Zusammensetzungen kontinuierlich, schrittweise.

Eine Reihe von Erscheinungen, die bei der Bildung flüssiger Lösungen zu beobachten sind, sollen nun verglichen werden mit solchen, die bei der Bildung fester Stoffe erkannt werden.

Die Diffusion ist eine Fundamentalerscheinung aller Lösungsvorgänge. Bringt man ein Stückchen Kupfervitriol in ein mit Wasser gefülltes Glas, so beginnt alsbald sich das Kupfersalz aufzulösen, es bildet sich um das Stückchen eine blaue Zone. Mit der Zeit verbreitet sich die blaue Lösung, bis sich das Salz in der ganzen Wassermenge aufgelöst hat, bis sich eine homogene, klare Kupfervitriollösung gebildet hat. Diesen Vorgang nennen wir Diffusion. Temperatur- und Druckerhöhung können den Vorgang beschleunigen.

Wird ein Stückchen Porzellanmasse in Graphit eingebettet und so die Gesamtmasse stark erhitzt, so dringt ein Teil des Graphits in das Porzellan ein, es diffundiert hinein, der Kohlenstoff löst sich in der Porzellanmasse auf wie das Kupfervitriol in dem Wasser. In gleicher Weise findet bei der Karburierung des Eisens eine Diffusion des Kohlenstoffs in das Eisen statt, der Kohlenstoff löst sich im Eisen auf.

Robert Austens hat einen sehr lehrreichen Versuch angestellt, um zu beweisen, wie selbst Metalle sich gegenseitig auflösen, wie ein Metall in ein anderes diffundiert. Austens lötete einen Bleizylinder auf eine Goldplatte und erhitzte diese Zusammenstellung. Schon bei 100° war nach sechs Wochen eine deutliche Diffusion des Goldes in das Blei bemerkbar. Bei 251° waren nach einem Tage 0,0027 g Gold 1 cm hoch in das Blei hinaufgestiegen. Der Chemiker Spring preßte Zylinder zweier verschiedener Metalle bei höheren Temperaturen zusammen. Schon nach 7 Stunden beobachtete er eine gegenseitige Auflösung von Zink und Kupfer. Kadmium und Kupfer waren nach 35 Stunden bis 15 mm tief ineinander gewandert.

Übrigens haben die Praktiker schon lange von dieser Erscheinung Gebrauch gemacht. In Agerda (Venetien) ist seit 1692 das Kernrösten üblich. Kupfer- und silberhaltige Schwefelkiese werden langsam geröstet. Hierbei wandert das Kupfer in das Innere des Erzstückes, das Silber an die Oberfläche.

Flüssige Lösungen leiten den elektrischen Strom, sie sind gute Elektrolyte. Reines Wasser, reiner Chlorwasserstoff leiten den Strom nicht. Aber schon eine Spur von Chlorwasserstoff im Wasser macht dieses zum Leiter. Wie steht es nun mit den festen Stoffen? Chemisch reines Aluminiumsilikat ist ein Nichtleiter. Eine kleine Menge Alkalisilikat im Aluminiumsilikat aufgelöst genügt, um dieses zu einem Leiter zu machen. Daraus können wir schließen, daß das Alkalisilikat in dem Aluminiumsilikat aufgelöst ist wie Chlorwasserstoff im Wasser.

E. Wiedemann konstatierte, daß reine Oxyde unter dem Einflusse von Kanalstrahlen nicht leuchten, wohl aber Gemische der Oxyde. G. C. Schmidt, ein Mitarbeiter Wiedemanns, äußert sich hierüber: „Die reinen Oxyde leuchten selbst unter den Kathodenstrahlen nicht oder nur sehr wenig, sobald sie aber eine Spur einer Beimengung enthalten, sobald also eine sogenannte feste Lösung vorliegt, fluorescieren sie in ähnlicher Weise, wie viele gelöste Farbstoffe in Wasser oder Alkohol unter dem Einflusse des Lichtes. Mischt man zwei Oxyde oder zwei Salze, z. B. schwefelsaures Calcium $CaSO_4$ mit $MnSO_4$, dem schwefelsauren Manganoxydul, so leuchten sie nicht; sobald man sie aber miteinander glüht, wobei das Mangansalz in das Calciumsalz eindringt oder von dem Calciumsalz aufgelöst wird, leuchtet das Mangansalz intensiv grün."

Also wieder eine Übereinstimmung zwischen flüssigen Lösungen mit festen Stoffen, festen Lösungen.

Nach dem alten Grundsatz: „corpora non agunt, nisi fluida" findet eine chemische Wechselwirkung zwischen den Stoffen nur statt, wenn sie sich im flüssigen Zustande befinden.

So wirken in einem Gemenge von dem festen Schwerspat $BaSO_4$ und dem festen kohlensauren Natrium Na_2CO_3 diese nicht auf einander ein. Der schon oben genannte Forscher Spring setzte ein Gemenge der beiden Stoffe nach äquimolekularen Gewichten einem Drucke von 6000 Atmosphären aus; zwanzig Prozent dieses Gemenges waren in chemische Wechselwirkung getreten; so hatten sich kohlensaures Barium und schwefelsaures Natrium gebildet nach der Gleichung:

$$BaSO_4 + Na_2CO_3 = BaCO_3 + Na_2SO_4$$

Ja, sogar nach Aufhebung des Druckes fand noch eine weitere Umsetzung statt. Diese gewiß an sich hochfesselnde Beobachtung läßt sich nun leicht dadurch erklären, daß die beiden festen Stoffe unter dem hohen Drucke ineinander diffundiert waren, sich, obschon fest, gegenseitig aufgelöst hatten und so in Reaktion treten konnten. Vergegenwärtigt man sich die hohen Drucke, die im Innern der Erde, sowie schon in der Erdkruste vorwalten, so dürfte ein eingehendes Studium der Reaktionen unter hohem Drucke in festen Systemen wohl auf manche geologischen Erscheinungen und Vorkommnisse ganz neue Streiflichter werfen, die vielleicht sogar geeignet sind, manche Vorstellungen über das Erdinnere und die dort verlaufenden Prozesse gänzlich umzugestalten.

Den Reaktionen fester Stoffe untereinander sind die sog. Schichtkristalle verschieden gefärbter Mineralien entgegengesetzt worden. Die Schichten sind klar und deutlich abgeschieden, eine Durchdringung ist nicht zu beobachten. Die Schichtkristalle können nun aber als Gegenbeweis nicht anerkannt werden.

Die Reaktionen zwischen festen Stoffen gehen unter gewöhnlichen Verhältnissen nur äußerst langsam vor sich, es bedarf dazu hoher Drucke und hoher Temperaturen.

Daß eine Diffusion fester Stoffe ineinander wirklich vorhanden ist, dürfte aus den bisherigen Beobachtungen mit Sicherheit zu schließen sein. Man muß deshalb auch auf eine Bewegungsursache schließen, auf eine Lösungstension und einen osmotischen Druck, wie bei flüssigen Lösungen. Eine direkte Bestimmung dieses Druckes ist allerdings bisher noch nicht gelungen, es deutet jedoch alles darauf hin, daß er tatsächlich vorhanden ist.

Das Vorhandensein der Mischkristalle bildet nun den wichtigsten Grundstein für die Theorie der festen Lösungen. Läßt man zwei Stoffe, die gleiche Kristallform besitzen, gemeinsam auskristallisieren, so erhält man Mischkristalle, Kristalle, die von jedem dieser Stoffe eine gewisse Menge enthalten. Diese Mengen sind nicht konstant, sondern variabel, abhängig von den gegenseitigen Mengen der Stoffe, die zur gemeinsamen Auskristallisierung veranlaßt wurden. Mischkristalle finden sich in der Natur fertig vor. Sie sind aber auch vielfach künstlich dargestellt worden. Schwefel und Selen kennen wir als monokline Kristalle. Manche in der Natur vorkommenden Schwefelkristalle enthalten Selen, das in der ganzen Masse des Schwefels gleichmäßig verteilt ist und die Ursache der dunkleren rötlichen Färbung dieser Schwefelarten ist.

Das Selen ist in dem Schwefel aufgelöst, bildet mit ihm eine feste Lösung, hat ihm seine Farbe verliehen, vergleichbar einem in Wasser aufgelösten farbigen Salze.

Auch die organische Chemie liefert eine Reihe hochinteressanter Beispiele für feste Lösungen, doch würde genaueres Eingehen darauf zu weit führen.

Wird ein Salz in Wasser aufgelöst, so wird dadurch der Siedepunkt des Wassers erhöht, der Dampfdruck des Lösungsmittels wird durch den aufgelösten Stoff vermindert. So siedet Wasser unter normalen Verhältnissen bei 100°; eine gesättigte Kochsalzlösung, die 40,35 Teile Kochsalz enthält, siedet bei 109,7°. Wie steht es nun bei festen Stoffen? Reines wasserhaltiges unterschwefelsaures Blei verwittert an der Luft, es verliert einen Teil seines Wassers schon unter Atmosphärendruck. Enthält das Salz aber nur kleine Mengen der entsprechenden Strontian- oder Barytsalze, so bleiben die Kristalle des erwähnten Salzes klar und blank, sie verwittern nicht. Die geringen Mengen der fremden Salze sind in dem Bleisalz aufgelöst, dadurch wurde der Dampfdruck des Lösungsmittels vermindert, das Wasser verdampft nicht mehr unter Atmosphärendruck, das Salz verwittert nicht mehr, es bleibt klar und blank. Ähnliche Erscheinungen sind an den Alaunen beobachtet worden, an Schmelzen organischer Stoffe, wie des Naphtalins und des β-Naphtols.

Beim Auflösen von Salzen in Wasser beobachtet man oft eine Temperaturerniedrigung oder auch eine Temperaturerhöhung. Der Lösungsvorgang ist begleitet von einer Energieänderung. Sind die Mischkristalle feste Lösungen, so muß ihre Bildung auch mit einer Energieänderung verknüpft sein. Frisch geschmolzene Gemenge von festem Kaliumchlorid und Natriumchlorid haben eine kleinere Lösungswärme als grobe Gemische der beiden Salze.

Für aequimolekulare Gemische wurden folgende Zahlen gefunden:

	NaCl + KCl	NaBr + KBr
Lösungswärme der schnellgekühlten Schmelze	— 3600	— 3823
Lösungswärme der mechanischen Gemenge . .	— 5693	— 5248
Unterschied	— 2093	— 1425

Die Unterschiede sind die Bildungswärmen der Mischkristalle von Chlornatrium und Chlorkalium bezw. Bromnatrium und Bromkalium.

Selbst bei festen Lösungen metallischen Charakters, wie beim Martensit, der Lösung von Kohlenstoff in Eisen, und bei der festen Lösung von Kupferoxydul Cu_2O im Kupferoxyd CuO wurden Energieänderungen festgestellt.

Sind die meisten der bisher besprochenen festen Lösungen mehr von theoretischem Interesse, so spielen andere eine um so größere praktische Rolle.

Zu diesen gehören die verschiedenen Eisen- und Stahlsorten, die verschiedensten Metallegierungen, Messing, Bronze, die Münzmetalle. Ein ganz besonderes Verdienst um die Aufklärung dieser oft recht verwickelten Legierungen hat sich Prof. Tammann erworben. Seine Arbeiten umfassen 140 Metallpaare.

Über die Auffassung der Lösungen, der flüssigen wie der festen, ob sie den chemischen Verbindungen nahe zu stellen sind, weichen die Ansichten der Forscher noch von einander ab.

Der berühmte Chemiker P. Walden äußert sich: „Vor zwei Jahrzehnten schien es, daß eine chemische Lösungstheorie in direktem Gegensatz zu einer physikalischen Lösungstheorie steht; heute erweist sich die erstere als eine Ergänzung der letzteren, und diese als eine Stütze der ersteren. Heute sind es gerade hervorragende Vertreter der modernen Lösungstheorie, welche einer chemischen Deutung des Lösungsphänomens zuneigen, bezw. die Bildung und Existenz von Molekularverbindungen zwischen Solvens und gelöstem Körper als möglich und höchst wahrscheinlich voraussetzen."

Man nimmt auch wohl seine Zuflucht zur Annahme zweier Arten von Verwandschaftskräften. Berücksichtigt man, daß sich im allgemeinen zwei Stoffe um so leichter und fester verbinden, je verschiedenartiger sie sind, sich aber um so besser auflösen, je ähnlicher sie sind, so könnte man von heteropolaren und homopolaren Verwandschaftskräften sprechen. Zwischen echten chemischen Verbindungen werden heteropolare, zwischen Lösungen homopolare Kräfte herrschen.

So jung auch die Forschungen über die festen Lösungen noch sind, so haben sie doch schon so viel des Wichtigen und Interessanten gebracht, sowohl in theoretischer wie in praktischer Beziehung, daß wir erkennen, welch' großes fruchtbares noch zu beackerndes Land vor uns liegt.

Das Großsteindenkmal Avebury in Südengland

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Fortsetzung)

(Mit einer Doppel-Beilage)

III

Was ist jetzt[1]) von Aveburys großem Bau erhalten? — Verfolgen wir von Marlborough aus in westlicher Richtung die Straße, die von London nach Bristol und im engeren Sinne von Marlborough nach Bath führt (vgl. Abb. 8), so treten wir in ein Gebiet ein, das, wie wir sahen, wegen seiner außerordentlichen Fülle an Überresten von Bauwerken aus der Stein- und Bronzezeit, deren verschiedene Arten wir zu Anfang kennen gelernt haben, zu den archäologisch interessantesten Gegenden Englands gehört. Es ist die „Avebury Plain", in deren Mitte Avebury selbst liegt. Sie hat, wie bereits angegeben, die Gestalt eines Dreiecks, dessen

[1]) Die Besichtigung Aveburys durch den Verfasser fand im Juli 1913 in Gemeinschaft mit dem Herrn vereideten Landmesser Leiske-Berlin statt



Basis in ostwestlicher Richtung verläuft und durch eine Hügelkette gebildet wird, deren Kuppen reich mit Erdwerken aus vorgeschichtlicher Zeit besetzt sind und die zugleich in römischer Zeit die Grenzscheide zwischen dem aus Gallien eingewanderten Volk der Belgen und den Kelten bildete. Die Grenzscheide ist örtlich durch die Spur eines Richtweges, den „Wansdyke", erkennbar. Die nördliche Spitze des Dreiecks wird durch das große Erdwerk Barbury Castle bezeichnet, an dem vorbei einer der bemerkenswertesten vorgeschichtlichen Wege, der „Ridge Way", von Norden kommend in südlicher Richtung

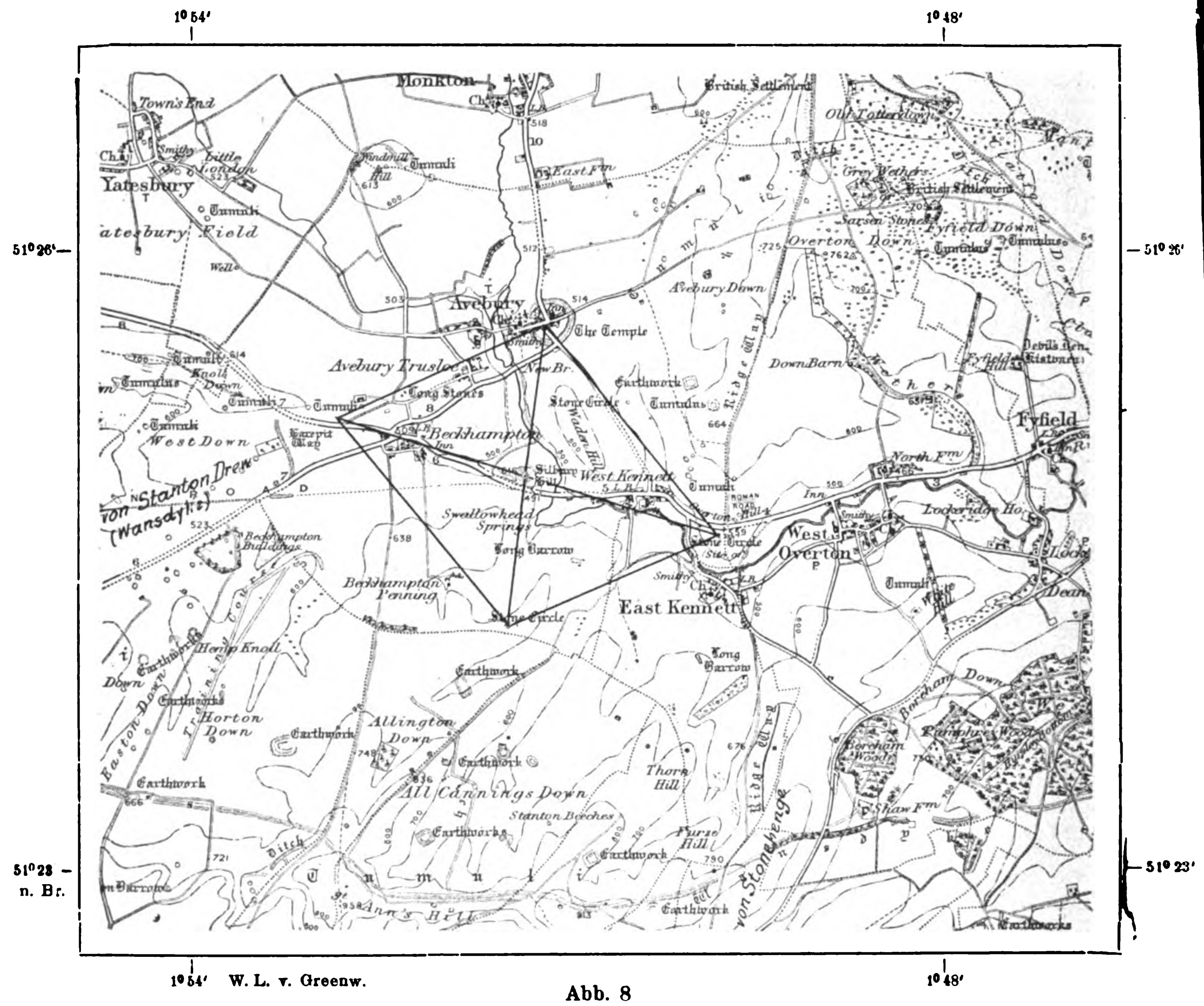


Abb. 8

Plan der Umgebung von Avebury
Ausschnitt aus der Karte 1 : 63360 (Marlborough, Sheet 266) der Ordnance Survey, Southampton

über die Kuppen des „Hackpen Hill" auf Avebury zuführte, um sich hier zu teilen und mit dem einen Zweig die Richtung auf Stonehenge einzuschlagen. Es läßt sich ein weitverzweigtes vorgeschichtliches Wegenetz auf der Avebury Plain rekonstruieren.

Unsere Landstraße hat uns bis West Overton geführt, dessen Häuser auf der linken Seite sichtbar werden. Jetzt steigt der Weg einen Hügel rasch

empor, dessen Bekrönung durch eine Anzahl sich vom Himmel scharf abhebender tumuli unsere Aufmerksamkeit erregt hat. Die Karte belehrt uns, daß es der bekannte Overton-Hügel ist und daß wir somit in Aveburys heiligen Bezirk eintreten. Er galt in der Tat als heilig, denn es hieß, kein Tier könnte in ihm leben, es mußte sterben, sobald es in ihn hineinkam. Die Spitze des Overton-Hügels gibt uns einen guten Überblick über die nähere Umgegend, doch so eifrig wir auch Umschau halten, so ist doch von der einst so gewaltigen Anlage des Großsteinbaues so gut wie nichts zu erkennen. Wir sahen bereits, daß von dem Doppelsteinkreis (Sanctuarium) auf dem Overton-Hügel, dem Kopf der Schlange, die nach Stukeley das Bauwerk darstellen sollte, nichts erhalten ist. Tatsächlich erblicken wir links neben uns nur eine schwache muldenförmige Erdsenke als kümmerlichen Überrest des Sanctuariums. Von der Kennett-Avenue, die hier begann, ist ebenfalls kein Stein erhalten. Wir verfolgen an der Hand der Karte die Richtung der Kennett-Avenue über West Kennett, das zu unseren Füssen liegt, hinaus bis zur Hauptanlage, deren Lage uns in der Ferne das kleine Dörfchen Avebury inmitten hoher Baumgruppen angibt. In fast genau westlicher Richtung erscheint über West Kennett der Gipfel des Silbury-Hügels, der von unserm Standpunkt aus nicht besonders imponierend wirkt, da er nur wenig die Spitze des Overton-Hügels überragt. Ehe wir nach West Kennett hinabsteigen, wollen wir uns kurz vergegenwärtigen, was frühere Besucher Aveburys vom Sanctuarium noch vorfanden. Aubrey scheint alle Steine des Doppelkreises gesehen zu haben. Stukeley gibt an, daß der äußere Kreis aus 40 und der innere aus 18 Steinen bei einem Durchmesser von rd. 44 bezw. 15 m bestand. Aubreys entsprechende Zahlen weichen von den angegebenen nicht unerheblich ab. Eine Nachprüfung ist leider nicht mehr möglich. Die Farmer Green und Griffin tragen nach Stukeleys Angaben die Schuld, dieses Bauwerk dem Erdboden gleichgemacht zu haben, dessen Zerstörung damals auf das lebhafteste bedauert wurde. Aubrey fand hier Werkzeuge aus Feuerstein, und 1678 entdeckte Dr. Toape an der Außenseite ungefähr 30 cm unter der Erdoberfläche eine große Menge menschlicher Gebeine. Die Füße der Skelette lagen in der Richtung nach dem Sanctuarium zu.

Als einzige Überreste der Kennett-Avenue zwischen dem Overton-Hügel und West Kennett stehen kurz vor diesem Ort zur Linken der Straße im freien Felde (von der Straße aus wegen einer dazwischen liegenden Hecke unsichtbar) vier mäßig große Steine. Sie zeigen, daß die Avenue hier in einer schwachen Kurve verlief. Wir sind in das Dörfchen West Kennett gelangt, dessen Häuser wie die steinernen Einfriedigungen der Gärten wohl zum Teil aus dem Steinmaterial der Kennett-Avenue bestehen mögen. Bot sich doch hier das Baumaterial ohne weiteres in großen Steinblöcken dar. Waren die Blöcke zu schwer zum Transport, so erhitzte man sie mit Feuer und übergoß sie dann mit kaltem Wasser, so daß sie zersprangen. Das Übrige tat dann der Hammer. So haben es frühere Zeiten verstanden — wir erwähnten schon die Farmer Griffin und Green — das kunstvolle Sanctuarium und die Kennett-Avenue in die Mauern prosaischer Gehöfte zu verlegen, an denen wir jetzt gleichgültig vorübergehen. Die noch erhaltenen kümmerlichen Reste der Kennett-Avenue werden allerdings jetzt, nachdem beinahe alles zerstört ist, sorgfältig bewahrt. Um zu diesen Resten zu gelangen, verlassen wir in West Kennett die Straße und biegen rechts in einen Feldweg ein, der fast auf seinem ganzen Verlaufe die ursprüngliche Richtung der Avenue

einhält und damit in geradem Zuge auf die Hauptanlage mit dem Dorfe Avebury führt. Wir gelangen zunächst zu einem Stein auf der rechten, dann zu einem anderen Stein der Kennett-Avenue auf der linken Wegeseite. Sie stehen noch aufrecht und haben etwa Mannshöhe. In der Mitte zwischen West Kennett und Avebury erblicken wir zur Linken die am besten erhaltenen Avenue-Reste. Sie bestehen aus 11 Steinen (7 von der östlichen und 4 von der westlichen Reihe), die einen Weg von 12—13 m Breite zwischen sich lassen. Dies mag die Breite gewesen sein, die die Kennett-Avenue auch auf ihrem sonstigen Verlauf gehabt hat. Nur noch ein Stein von den 11 steht jetzt noch, alle übrigen sind umgefallen. Die Breite der Avenue verhält sich zu dem Abstand der Steine von einander auf jeder Seite (22½ m) ungefähr wie 2 zu 3. Schließlich steht noch ein sehr gut erhaltener obeliskartiger Stein der Avenue an dem Punkt, wo diese die Hauptanlage, den Wall, berührt. Wir haben damit den ganzen Zug der Avenue zurückgelegt, die sich von West Kennett aus bis Avebury in der Senke zwischen dem Waden- und den Ausläufern des Hackpen-Hill entlang bewegt. Die Kuppen der letzteren Hügelkette, deren südlicher Ausläufer durch den Overton-Hügel gebildet wird, sind in großer Anzahl mit tumuli, die meist eine Baumbekrönung tragen, und Erdwerken besetzt. Die ganze Avenue soll aus ungefähr 200 Steinen bestanden haben, die nach Stukeleys Angabe noch zu Beginn des 18. Jahrhunderts erhalten waren. Allerdings beruht diese Angabe nur auf der Mitteilung eines gewissen Smith, der Stukeley sagte, er habe als Schulknabe die Steine noch sämtlich gesehen.

Wir stehen am Eingang zur Hauptanlage und zwar am Süddurchbruch des Walls, wo die Kennett-Avenue begann. Der Standpunkt ist auf Abb. 10 unserer Beilage erkennbar. Rechts auf dem Bilde ist der Durchbruch zu sehen, an den sich links Wall und Graben anschließen. Die Höhe des Walls beträgt jetzt ebenso wie die Tiefe des Grabens ungefähr 4 m. Die ursprünglichen Dimensionen mögen ungefähr doppelt so groß gewesen sein. Dicht am Graben stehen östlich vom Wege noch zwei gewaltige Steinplatten, die zum großen Steinkreis gehörten. Ihre Ausdehnungen (4 m Höhe, 5 m Breite, 1,20 m Dicke bezw. 3 m Höhe, 5,5 m Breite und 1,5 m Dicke) sind im Vordergrund der Abb. 9 unserer Beilage erkennbar. Zugleich erblicken wir auf beiden Abbildungen die Reste des Süd-Steinkreises (zwei stehende und drei umgefallene Steine). Diese Steine scheinen dem äußeren Kreise angehört zu haben, vom inneren ist nichts erhalten. Auch der Zentralstein und der Ring-Stone, der zwischen dem Südkreis und dem Graben gestanden haben soll, sind verschwunden.

Auf Abb. 9 unserer Beilage sehen wir im Hintergrund das Dörfchen Avebury, das einen großen Teil der Hauptanlage ausfüllt und im Westen über den Wall hinausragt. An dieser Stelle wurde beim Häuserbau am Ende des 17. Jahrhunderts durch Lord Skrope der Wall niedergelegt, wobei nach Stukeley eine große Menge verbrannter Tierknochen (Opferreste) gefunden wurde. Noch mehr als in West Kennett werden die Häuser Aveburys aus dem zertrümmerten Material der Hauptanlage bestehen. Die in ostwestlicher Richtung verlaufende Hauptstraße des Ortes (High Street) teilt die Anlage in eine nördliche und eine südliche Hälfte, die wiederum durch die Straße im Zuge der Kennett-Avenue und eine nach Norden führende in je zwei Teile zerlegt werden. Von unserer Kennett-Straße biegen wir östlich in die High Street ein und verfolgen nun die von dieser nordwärts aus der Anlage hinausführende Straße. Nach einigen Schritten haben wir rechterhand die Reste des Nord-Steinkreises

vor uns. 'Die Steine sind von der Straße aus nicht sichtbar, da die beiden noch stehenden sich innerhalb eines eingefriedigten Gehöftes dicht an einer Scheune und einem Stall befinden. Zwei Steine liegen am Boden. Die beiden stehenden gehören zur Zentralanlage des Kreises, dem Cove, und stehen fast rechtwinklig zu einander. Der zugehörige dritte Stein fiel im Jahre 1713 um und wurde zertrümmert. Die Ausdehnungen der noch stehenden riesigen Steinplatten, die wir auf Abb. 11 unserer Beilage von NW. aus sehen, sind ganz bedeutende: 4,5 m hoch, 4,5 m breit, 1,2 m dick bezw. 5,2 m hoch, 2,5 m breit und 0,8 m dick. Stukeley spricht auch von einem sogenannten Altarstein, der an der Ostseite, der offenen Seite des Cove, gelegen haben soll. Hunter will 1829 an dieser Stelle Opferreste gefunden haben. Der letzte übriggebliebene Stein des inneren Kreises des Nord-Steinkreises soll im Jahre 1812 fortgeschafft sein, da er unglücklicherweise am Eingang einer Scheune lag.

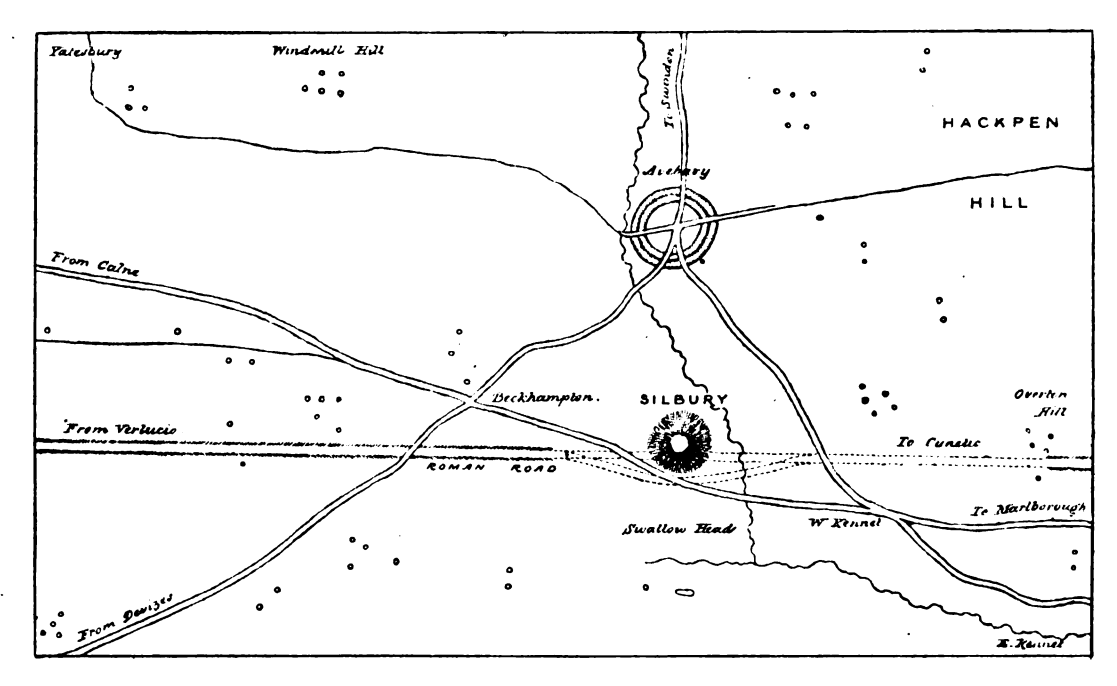


Abb. 13

Avebury, Silbury und der Verlauf der Römerstraße
(Aus „Wiltshire Magazine", Bd. VII, 1862)

Am Norddurchbruch des Walls steht am Graben eine den Steinen am Süddurchbruch ähnliche Steinplatte von ungefähr gleichen Dimensionen. Sie gehört zum großen Steinkreis. Beim Anblick derartig massiger Steinplatten, deren Gewicht auf 500 bis 1000 Zentner zu schätzen ist, ist die Frage berechtigt, wie den Erbauern in vorgeschichtlicher Zeit das Heranschaffen und Aufrichten der Steine möglich war. Wir werden uns mit dieser Frage bei der Beschreibung von Stonehenge näher beschäftigen, da bei diesem Bauwerk eingehende Untersuchungen in dieser Beziehung angestellt sind. Ovid sagt: multorum manibus grande levatur onus. Er mag damit im Grunde das Richtige treffen. Jedenfalls ist die Bewältigung der gewaltigen Steinmassen mit Hilfe primitivster Werkzeuge größter Bewunderung wert.

Wir kommen nun zur Beckhampton-Avenue, dem Schmerzenskind Aveburys. Hat sie überhaupt bestanden oder nicht, das ist hier die Hauptfrage. Es hat, wie wir oben bereits sahen, nicht an Stimmen gefehlt, die behaupteten, diese Avenue habe nur in der Einbildung Stukeleys bestanden, da er sie zu seiner Schlangentheorie brauchte. Aubreys Zeugnis gegen die Existenz der Avenue kann nach den obigen Ausführungen über dessen Glaubwürdigkeit u. E. nicht bedeutend ins Gewicht fallen. Stukeleys Angaben scheinen dagegen glaubhaft zu sein, da sie im allgemeinen mit den neueren Forschungen über die Beckhampton-Avenue des Rev. Bryan King aus dem Jahre 1879 übereinstimmen[1]). Vier Steine der Avenue will Stukeley noch in der Nähe der Hauptanlage gesehen haben, sodann gibt er an, daß 20 Avenuesteine durch den Farmer Griffin zersört worden seien. Das Gehöft „Griffins Farm“ erinnert an den

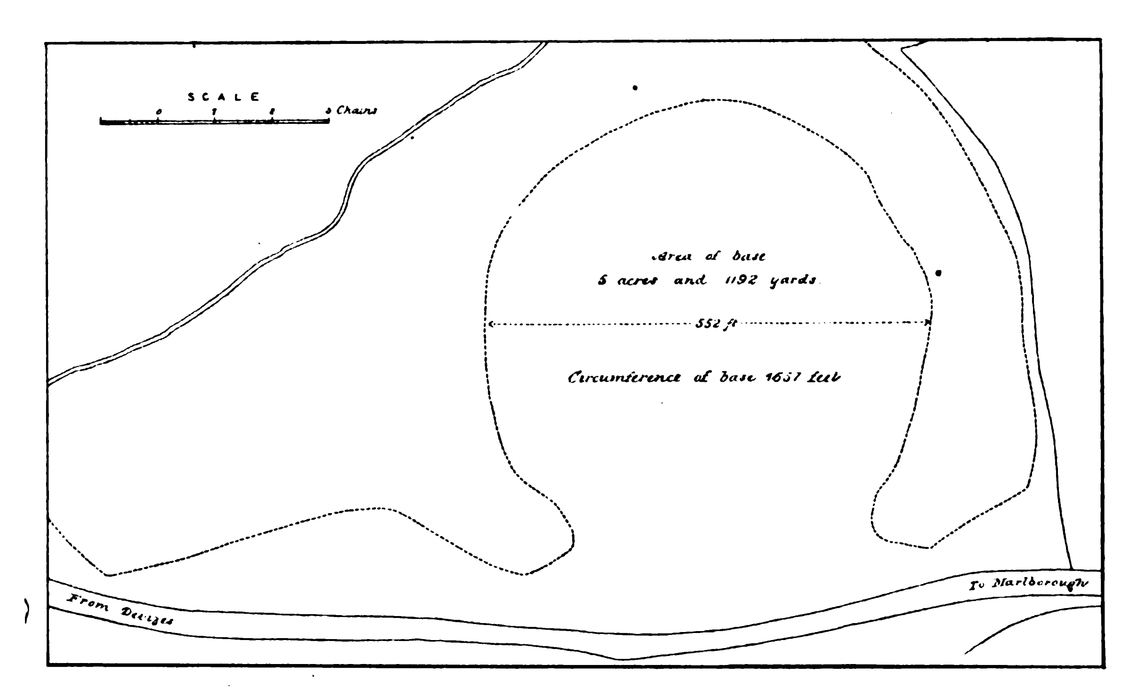


Abb. 14
Lageplan des Silbury-Hügels
(Aus „Wiltshire Magazine“, Bd. VII, 1862)

Namen des Zerstörers. Die Häuser dieser Farm werden jedenfalls aus Steinresten der Avenue erbaut sein. Als einziges noch jetzt erhaltenes Überbleibsel der Avenue sind die „Long Stones“ oder „Devils-Coits“ anzusehen, die wir als Abb. 12 unserer Beilage wiedergeben (Reste eines Steinkreises im Zuge der Avenue). Der große Stein links auf der Abbildung ist gegen 5 m hoch und 1 m dick. In der Nähe von Beckhampton hat nach Stukeley die Avenue ihr Ende gefunden (Schwanzende der Schlange). Einige Steine auf diesem letzten Teil soll der Farmer Fowler zerstört haben. Spuren eines Abschlußsteinkreises entsprechend dem Doppelkreis auf dem Overton-Hügel sind nicht mehr erkennbar, Stukeley sagt nur, daß ein großer Abschlußstein unter der Erdoberfläche

[1]) Vergl. die Mitteilungen des Rev. Bryan King über die Beckhampton-Avenue vom 10. Sept. 1879 im „Wiltshire Magazine“ Bd. XVIII

zwischen den Long Stones und Beckhampton liegt. Im Gegensatz zur Kennett-Avenue, die längs eines noch jetzt bestehenden Weges verläuft, ging die Beckhampton-Avenue ganz über freies Feld. Dies mag der Grund sein, weshalb

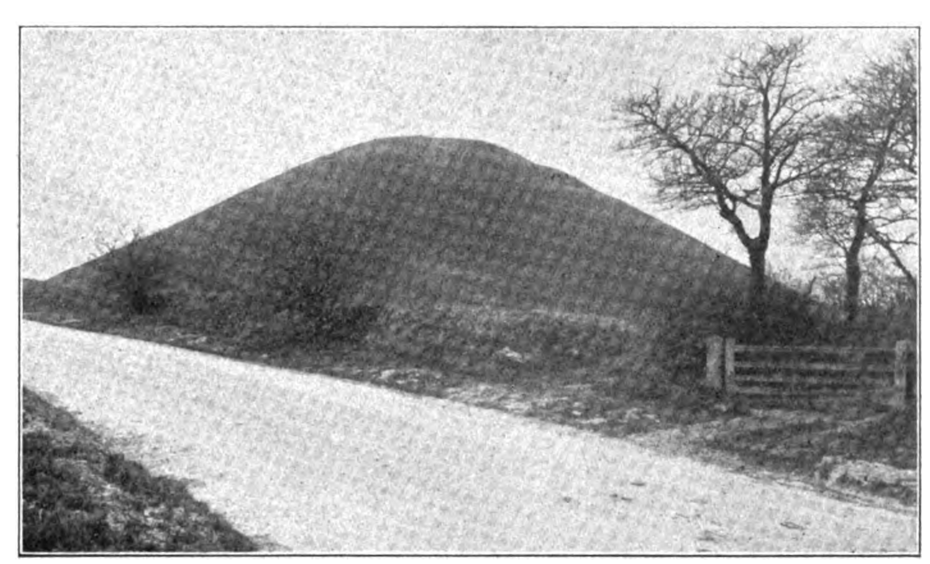


Abb. 15
Der Silbury-Hügel von Osten gesehen

von ihr mit Ausnahme der großen Long Stones jetzt nichts mehr erhalten ist, und daß sie bereits in früher Zeit schon durch die Bewirtschaftung der Felder vernichtet wurde.

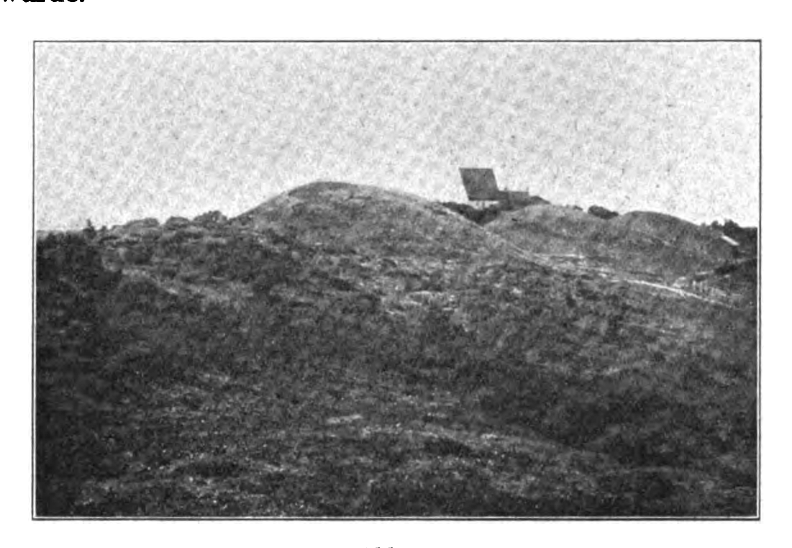


Abb. 16
Die drei Königshügel bei Upsala

Stukeley schätzt die Zahl sämtlicher Steine der ganzen Anlage auf 650. Sie bestanden aus dem eigenartigen Sarsen-Gestein, einer Art grauem Sandstein[1]).

[1]) Der Name Sarsen oder Sarsden ist noch nicht erklärt (Dorf Sersden bei Andover, d. i. Csars dene, Caesars dene, Caesars plain, Salisbury plain [?]). Fast alle vorgeschichtlichen Bauten, wie Avebury, Stonehenge (äußerer Steinkreis und Trilithen) bestehen aus Sarsen, daher vielleicht „Druid

Von Beckhampton aus, in dessen Nähe die Beckhampton-Avenue vermutlich endete, können wir wieder den Overton-Hügel sehen, den uns bisher der Waden-Hill und der Silbury-Hügel verdeckte. Wir sind in die Nähe der Römerstraße (Roman Road) gelangt, deren Spuren auf den Silbury-Hügel weisen. Es ist schon früher aufgefallen, daß die Römerstraße nicht genau auf den Hügel zuführte, sondern bei geradlinigem Verlauf auf den Südabhang stieß. Da sie dann im Bereich des Hügels schwer passierbar gewesen wäre, gab man ihr eine Ausschwenkung um den südlichen Fuß des Hügels herum. Abb. 13 gibt die Lage des Hügels in seiner Beziehung zur Römerstraße wieder. Es hat den Anschein, als wäre die Römerstraße ohne Rücksicht auf den Hügel erbaut worden, weil dessen Bedeutung als Orientierungsmerkmal, hoher Wartturm an der Heeresstraße u. dergl, für die Römer u. E. nicht erheblich sein konnte, da die Spitze des Hügels kaum die Kuppen benachbarter Hügelketten, über die

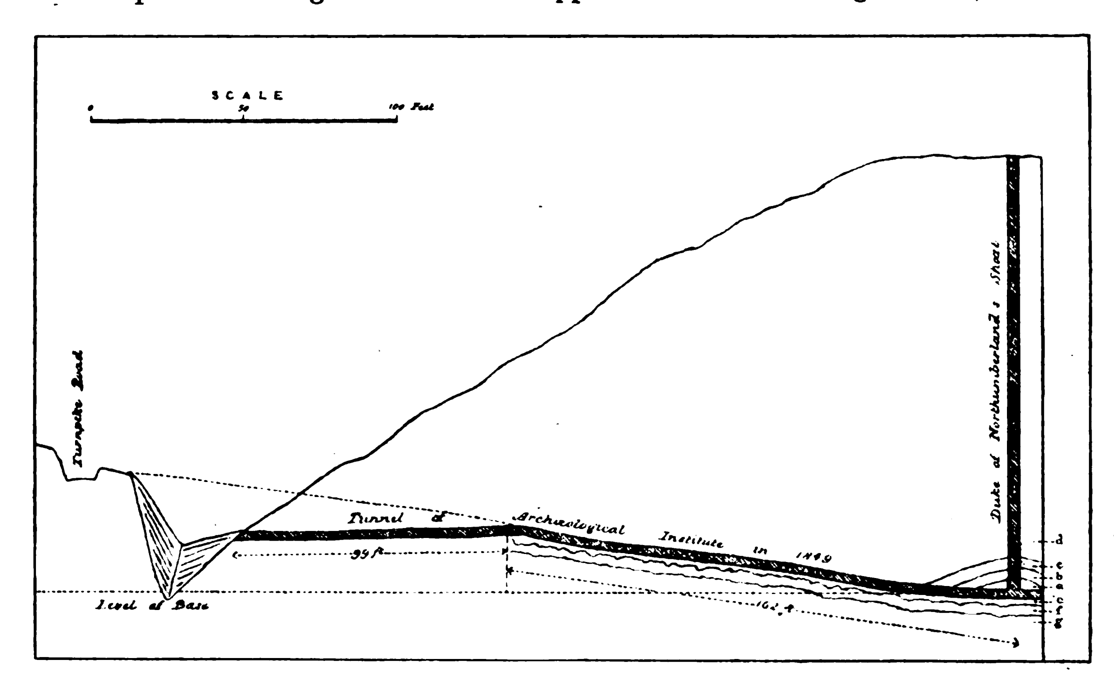


Abb. 17
Der Silbury-Hügel, Darstellung der Ausgrabungen von 1777 und 1849
(Aus „Wiltshire Magazine", Bd. VII, 1862)

die Straße führt, überragt. Eine eingehende Behandlung dieser Frage und zugleich eine umfangreiche Beschreibung des Silbury-Hügels verdanken wir dem Rev. A. C. Smith im „Wiltshire Magazine" Bd. VII 1862 S. 145—191. Der Silbury-Hügel steht auf einem sich flach nach Norden abdachenden Gelände, s. den Lageplan Abb. 14. Er bedeckt eine Fläche von ungefähr 2 ha 22 a, besitzt am Fuße einen Durchmesser von rd. 170 m, einen Umfang von rd. 500 m und eine Höhe im Senkrechten von rd. 40 m (Angaben von Smith aus dem Jahre 1862). Die Dimensionsmaße werden von Stukeley, Hoare und Blandford von den vorstehenden nicht unerheblich abweichend angegeben. Immerhin lassen sie er-

sand stone". Die größten Sarsen-Massivs befinden sich in Avebury. Das Gewicht eines Steines des Cove im Nordkreis von Avebury wird auf 1100 Zentner geschätzt, ein zerbrochener Stein in Avebury soll 1600 Zentner gewogen haben. In neuerer Zeit sind die Southampton-Docks aus Sarsen erbaut worden. S. Cox, a. a. O. S. 20



kennen, daß wir es hier mit einer gewaltigen Erdanschüttung zu tun haben, die auf den Beschauer imponierend wirkt. Die Abb. 15 gibt eine Ansicht des Hügels von Osten. Er übertrifft an Größe alle anderen gleichartigen Bauwerke in Europa, von denen wir zum Vergleich die drei „Königshügel" bei Upsala als Abb. 16 wiedergeben, beträchtlich. Diese Hügel haben Durchmesser von rd. 60 m und Höhen von gegen 11 m. Sie werden nach den nordischen Göttern Thor, Odin und Freyr benannt. Während sich diese Hügel als Grabstätten ergaben, ist bisher die Erforschung des Silbury-Hügels in dieser Beziehung erfolglos geblieben. Die Grabungen geschahen 1777 auf Anordnung des Herzogs von Northhumberland durch den Colonel Drax, der einen senkrechten Schacht durch die Achse des Hügels graben ließ, und 1849 auf Veranlassung des Archäologischen Instituts durch Blandford, der einen Stollen in ungefähr wagerechter Richtung am Fuß des Hügels zum Mittelpunkt trieb. Es ergab sich nur, daß der Hügel aus Erde und Kalkgestein aus der Nachbarschaft besteht. Abb. 17 gibt Näheres über diese Ausgrabungen.

Der Silbury-Hügel galt früher als eins der drei großen Werke Britanniens, die beiden anderen waren die Steine bei Ketti (Cromlech in Glamorganshire, genannt Maen-Ketti) und das Werk von Emrys-Stonehenge. Der Name stammt möglicherweise aus dem angelsächsichen „Sil" oder „Sel" = groß und „bury" = Berg. Eine andere Erklärung ist Silbury = „Hill of the sun". Nach Stukeley war der Silbury-Hügel das monumentale Grab des Erbauers von Avebury. Entsprechend diesem großen Bauwerk erhielt auch der Hügel gewaltige Dimensionen, und der römische Dichter hat Recht, wenn er sagt:

Micat inter omnes
Silbury collis, velut inter ignes
Luna minores

(Schluß folgt)

Kleine Mitteilungen

Die Entdeckung eines neuen Kometen 1914a (Kritzinger) wurde von Bothkamp aus am 30. März der Zentralstelle für astronomische Telegramme in Kiel gemeldet. Der Komet stand bei seiner Entdeckung im Sternbilde des Ophiuchus und war nur 11. Größe. Dr. Kritzinger hatte den Kometen schon am 23. März aufgefunden, hielt ihn jedoch damals zuerst für einen schwachen Nebel, den er aber, wie er nachträglich feststellte, überhaupt mit dem benutzten Kometensucher nicht sehen konnte. Eine Bahnbestimmung von Kobold ergab, daß der Komet zu den nichtperiodischen gehört, die nur einmal in die Nähe der Sonne kommen, um dann für immer wieder im Weltall zu verschwinden. Nach der berechneten Ephemeride rückt der Komet immer mehr nach Norden und wird gegen Ende des Monats Mai bei uns zirkumpolar werden, so daß er dann während der ganzen Nacht sichtbar bleibt. Er ist jetzt noch recht lichtschwach und nur schwer aufzufinden. Auf einer Photographie, die ich mit einem 6 Zöller gemacht habe, erscheint er nur als schwacher Nebel ohne Schweif auf der Platte. Am 22. April, morgens $2^h\ 34^m\ 15^s$ bedeckte der Komet einen Stern 13. Größe und um $3^h\ 21^m\ 54^s$ einen andern Stern gleicher Helligkeit, was ich mit dem großen Fernrohr beobachten konnte. Der Kopf des Kometen war nur etwa 15″ groß und hatte einen Kern, der höchstens 12. Größe hell war. Obgleich die in A. N. 4729 veröffentlichte Ephemeride nicht genau stimmte, gebe ich sie für einige Tage hier wieder und werde, wenn der Komet heller geworden ist, dieselbe noch weiter vervollständigen.

1914 Mai 15	Rektascension =	$19^h\ 24^m\ 43^s$	Deklination =	$+30°\ 32',0$
- 16	-	29 32	-	31 18,8
- 17	-	34 20	-	32 4,3
- 18	-	39 7	-	32 48,3
- 19	-	$19^h\ 43^m\ 53^s$	-	$+33°\ 30',8$

Hiernach steht der Komet am 19. Mai in unmittelbarer Nähe des veränderlichen Sterns χ im Schwan in der Verbindungslinie zwischen β und γ.



Es werden in diesem Jahre noch zwei periodische Kometen erwartet; im Juni der Komet „Tempel III Swift", welcher zuletzt im Oktober 1908 als ein Stern 14. Größe beobachtet wurde und 5,7 Jahre Umlaufszeit hat, und dann im Dezember der Enckesche Komet, der die kürzeste bekannte Umlaufszeit = 3,3 Jahre hat. Er ist bedeutend heller als der Tempel III Swiftsche Komet und wurde zuletzt im Jahre 1911 so hell wie ein Stern 9,4. Größe gesehen. F. S. A.

Über **„Theorien über die Konstitution der Sonne"** berichtet Kurt Brandes in den „Monatsblättern" nach einem Vortrag, den Karl am 6. Februar im „Med.-Naturw. Verein zu Jena" gehalten hat, folgendes: Die ersten Aufzeichnungen über die Sonne stammen von den Chinesen, sind aber wegen ihrer religiösen Tendenz für die Wissenschaft wertlos. Interessant sind die Gedanken der Griechen über die Sonne. Zuerst betrachtete man die Sonne als ein Loch im Himmelsgewölbe, hinter welchem sich ein gewaltiges Feuermeer befinden sollte. Erst Anaxagoras glaubte, daß die Himmelskörper Kugeln sind, welche sich um die Erde als Mittelpunkt herumbewegen. Diese Ansicht sollte sich bis ins späte Mittelalter erhalten, bis Kopernikus seine berühmte Lehre aufstellte. Doch erst seit Kepler kann man von einer eigentlichen Sonnenforschung sprechen, da man gelernt hatte, wirklich brauchbare Fernrohre zu bauen. Er stellte bekanntlich den Satz auf, daß die Bahnen der Planeten Ellipsen seien. Seine Lehre wurde immer weiter ausgebaut.

Mancherlei Theorien wurden aufgestellt, um die Erscheinungen auf der Sonnenoberfläche zu erklären. Besondere Schwierigkeiten bereitete eine Erklärung der Entstehung der Sonnenflecken und -fackeln.

Noch Herschel glaubte, wie uns Humboldt in seinem „Kosmos" mitteilt, daß der Sonnenkörper selbst ganz dunkel und erstarrt sei. Erst in größerer Entfernung, durch eine Luftatmosphäre von dem eigentlichen Körper der Sonne getrennt, befinde sich die „Lichthülle" der Sonne. Man muß bedenken, daß Herschel noch an die Existenz lebender Menschen auf der Sonne glaubte. Erst die Begründung der Spektralanalyse (Kirchhoff 1861) verwarf diese Lehre, welche auch aus rein mechanischen Gründen anfechtbar war. Nach Kirchhoff ist die Sonne ein glühend-fester oder feurig-flüssiger Körper, welcher von ungeheuren glühenden Gaswolken umgeben ist („umkehrende Schicht"). Ihm verdankt man die wichtige Erklärung der Entstehung der „Fraunhoferschen Linien".

Alle diese Theorien konnten aber mit der berechenbaren Dichte der Sonne nicht in Einklang gebracht werden. Der erste Astrophysiker, welcher die Sonne als einen Gasball mit nach dem Innern zunehmender Dichtigkeit ansieht, ist Secchi. Seine Ansichten haben zum großen Teil noch heute Geltung. Er unterscheidet über dem eigentlichen Kern der Sonne vier Schichten — die Photosphäre, umkehrende Schicht, Chromosphäre und Corona —, welche die Sonnenoberfläche zusammensetzen.

Eine neue, sehr interessante Theorie bringt Schmidt, welcher die Erfahrungen über die Erscheinung der astronomischen Refraktion in unserer Erdatmosphäre auch auf die Sonne anwendet. Nach ihm entstehen dann die Sonnenflecken und -fackeln durch unregelmäßige Strahlenbrechung, welche ihrerseits wieder durch Dichteunterschiede in der sogenannten Photosphäre hervorgerufen werden. Diese Theorie hat den großen Vorteil, daß sie mathematisch unanfechtbar ist und außerdem eine durchaus einleuchtende Erklärung für den scharfen Sonnenrand liefert. Aber ob sie für unsere Sonne zutreffend ist, ist doch sehr fraglich. Unter den Astronomen hat sie bisher nur wenig Anhänger finden können. In allerneuester Zeit bemüht man sich, vor allem die elektrischen Erscheinungen auf der Sonne zu studieren.

Über photographische Aufnahmen mit kürzester Belichtung wurden in der „Kölnischen Zeitung" vom 30. November sehr interessante Mitteilungen gemacht. Die Leistungsfähigkeit der photographischen Apparate ist heute durch die hochentwickelte Optik und Feinmechanik soweit gesteigert, daß sich bei gewöhnlichen Lichtverhältnissen Aufnahmen innerhalb einer Zeitdauer von nur $^1/_{2500}$, neuerdings sogar von $^1/_{5000}$ Sekunden machen lassen. Für die Forderungen des praktischen Lebens z. B. für die Aufnahmen von Wettrennen usw. genügen diese Belichtungszeiten vollkommen, jedoch nicht dann, wenn es sich um Aufnahmen für wissenschaftliche Zwecke z. B. auf dem Gebiete der Ballistik handelt. Nähme man z. B. ein fliegendes Infanteriegeschoß mit $^1/_{1000}$ Sekunde Belichtungszeit auf, so würde das Geschoß während dieser Zeit einen Weg von ungefähr 1 m zurücklegen und damit auf der Platte ein Bild geben, das etwa zwanzigmal so lang ausfiele, wie es eigentlich sein sollte. Die für solche Zwecke nötige kurze Belichtungszeit war mit mechanisch arbeitenden Augenblicksverschlüssen nicht zu erreichen. E. Mach fand die Lösung dieser Aufgabe dadurch, daß er Lichtblitze von solcher Kürze anwandte, daß während ihrer Brennzeit keine merkliche Bewegung des aufzunehmenden Gegenstandes eintrat. Er benutzte als Lichtquelle den elektrischen Funken und zwar traf er seine Anordnung so, daß das Geschoß selbst auf seinem Fluge ein dünnes Staniolblättchen

durchschlug und dadurch eine elektrische Leitung unterbrach, die auf diesen Eingriff mit einer kräftigen Funkenentladung reagierte. Dieses Verfahren ist später von vielen Seiten insbesondere von C. Cranz vervollkommnet worden und hat eine lange Reihe höchst interessanter Aufnahmen ermöglicht, die zum ersten Male Aufschluß über die Arbeitsweise unserer Feuerwaffen, über die Strömungs- und Wirbelverhältnisse bei fliegenden Geschossen usw. gaben. Es ist auch für die Kinematographie benutzt worden. Die genaue kinematographische Aufnahme eines außerordentlich schnellen Vorganges wurde indes erst möglich, als man an die Stelle der ruhenden photographischen Platte den sich bewegenden photographischen Film setzte. Der Film kann dabei ziemlich schnell umlaufen (mit etwa 100 m in der Sekunde), da die Belichtungszeit ja so außerordentlich kurz ist, daß der Film in dieser Zeit praktisch vollkommen still steht. Gleichzeitig war es nötig, statt eines Entladungsfunkens eine große Anzahl rasch aufeinander folgender zu verwenden. Nach achtungswerten Erfolgen von Schwinning, Bull und Schatte ist diese Aufgabe in vollkommenster Weise erst kürzlich von Cranz und Glatzel gelöst worden. Diese benutzen zwei mit einander durch Induktion gekuppelte elektrische Kreise, in denen sie elektrische Schwingungen erzeugen. Der in dem Sekundärkreis auftretende Entladungsfunke dient zur Beleuchtung des photographisch aufzunehmenden Vorganges; die Funkenfrequenz kann bei der Art ihrer Anordnung innerhalb der Grenzen 200 bis 100000 verändert werden. Ebenso groß wie die Funkenzahl ist die Zahl der Aufnahmen auf einem auf eine Trommel gespannten Film. Mit dieser Vorrichtung ist es also möglich, kinematographische Aufnahmen sowohl von sehr langsamen wie auch von sehr schnellen Vorgängen zu machen. — Erwähnt sei noch, daß der normale kinematographische Film etwa 20 Bilder in der Sekunde aufnimmt. — Mit ihrer Anordnung haben Cranz und Glatzel eine Reihe sehr bemerkenswerter Aufnahmen gemacht. Man sieht z. B. ein Geschoß in ein Stück Holz eindringen, auf der andern Seite wieder austreten und schließlich die Bildfläche verlassen. Dann erst setzt die Zerstörung des Holzes ein, die im Laufe der nächsten zwölf Aufnahmen zur vollständigen Zersplitterung führt.

Ein Legat für die Heidelberger Sternwarte. Der in Stuttgart verstorbene Maler Karl Happel, gebürtig aus Heidelberg, vermachte der Königstuhlsternwarte in Heidelberg testamentarisch 235000 Mark (Voss. Ztg.).

Bücherschau

Henseling, Robert, Sternbüchlein für 1914. Mit 54 Abbildungen (96 S.) 8⁰ Stuttgart, Kosmos, Franckhsche Verlagshandlung 1914.

Das Sternbüchlein ist für die Liebhaberastronomen ein guter Führer bei der Aufsuchung aller der Objekte, die kleineren Fernrohren zugänglich sind. In dem vorliegenden Jahrgang 1914 ist durch eine Karte der Verlauf der Sonnenfinsternis am 21. August 1914 dargestellt. Der Herausgeber hat in einer mit zahlreichen Bildern geschmückten Abhandlung die alte babylonische Astronomie und Kultur beschrieben und deren Spuren bis zur Gegenwart verfolgt. Bekanntlich haben die alten Babylonier die Planeten und die Sterne als Offenbarung der Götter angesehen und ihren Lauf mit dem Schicksal der Menschen zu verbinden gesucht. Eine Sternkarte für die Zeit Hammurabis (2000 v. Chr.) läßt durch Vergleiche mit unseren jetzigen Karten deutlich die Verschiebung erkennen, die durch die allmähliche Änderungsrichtung der Erdachse bedingt ist; während damals der Himmelsnordpol im hellsten Sterne des Drachen lag, weist heute die Erdachse in die Nähe des hellsten Sternes im kleinen Bären. — Wir können Interessenten die Anschaffung des Buches wärmstens empfehlen.
F. S. A.

J. Perrin, Die Atome. Deutsch von A. Lottermoser. XX u. 196 S. Theodor Steinkopff Dresden 1914.

Th. Svedberg, Die Existenz der Moleküle. VIII u. 243 S. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1912.

Die Überzeugung von der Existenz der Atome hat wohl jeder, der sich eingehend mit der Naturwissenschaft beschäftigt; indessen ist es durchaus möglich, eine ganze Anzahl grundlegender Gesetze ohne diese Annahme aufzustellen, sodaß es zeitweise Gelehrte gegeben hat, die eine Anschauung von der atomistischen Struktur der Materie für entbehrlich, und damit jene Annahme nicht für zwingend hielten. Beide oben genannte Schriften suchen nun den Nachweis der Existenz von Atomen zu erbringen, soweit man überhaupt in der Lage ist, ihn zu führen.

Die zweite berichtet im wesentlichen über eigene Versuche des Verfassers. Der erste Teil studiert die Frage der Lichtabsorption, im Zusammenhang mit der Größe der absorbierenden Teilchen in Lösungen, und dann die Diffusionserscheinungen. Der zweite beschäftigt sich mit der Brownschen Bewegung, jener Bewegung kleiner Teilchen in einer Flüssigkeit, unter dem Einfluß der

Schwingungen der Atome in ihr, und mit den spontanen Konzentrationsschwankungen radioaktiver Lösungen.

Während diese Schrift sich mit einigen mehr speziellen Fragen beschäftigt, bringt die andere, von Perrin, eine ausführliche Schilderung der Ausbildung des Atombegriffes und seine Wandlungen, und im Anschluß daran die verschiedenen Theorien, die sich mit dem atomistischen Aufbau der Materie beschäftigen. Der Verfasser sucht nachzuweisen, wie die eine die andere bedingt, wie sie sich gegenseitig stützen und wie sozusagen zwingend als Ergebnis die heutige Atomtheorie mit der sicheren Annahme der Existenz der Atome, die durchaus nicht in sich unteilbar und einfach zu sein brauchen, folgt. Dieser Beweis der Existenz der Atome kann ja nur, wie der Verfasser bemerkt, durch eine Erklärung des komplizierten Sichtbaren durch das einfache Unsichtbare geführt werden.

Der Inhalt des Buches umfaßt deswegen einen nicht unbeträchtlichen Teil der ganzen neuen Physik; sowohl die Gastheorie, wie die Brownsche Bewegung, die Quantentheorie, den atomistischen Aufbau der Elektrizität, die Radioaktivität, selbstverständlich auch die chemische Atomtheorie und noch weiteres. Es wird nachgewiesen, wie diese verschiedenen Gebiete sich einheitlich zusammenfassen lassen.

Die Schrift von Svedberg, die eine große Anzahl Beobachtungsdaten des Verfassers enthält, ist natürlich für die, welche sich mit ähnlichen Fragen beschäftigen, von besonderem Interesse, bedarf infolgedessen zum Studium auch weitergehender Vorkenntnisse. Sie wird in den Kreisen der Fachleute wohl stets mit Interesse studiert werden und zu neuen Untersuchungen anregen. Die Arbeit von Perrin kann aber jedem, der für die Entwickelung der physikalischen Wissenschaften Interesse hat, zum eingehendsten Studium empfohlen werden, das niemandem, der sich nur ein wenig mit physikalischen Problemen beschäftigt hat, Schwierigkeiten machen wird. Es dürfte schwer sein, eine andere Schrift über diesen Gegenstand zu nennen, die in derart glänzender, interessanter Weise die stellenweise nicht ganz einfachen Probleme behandelt. Block

R. Börnstein, Einleitung in die Experimentalphysik. Gleichgewicht und Bewegung. Aus Natur und Geisteswelt. 8⁰ IV und 118 S. mit 90 Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner. 1912. Geb. 1,25 M.

Das Bändchen ist, wie viele andere dieser Sammlung, aus einer Reihe gemeinverständlicher Vorträge entstanden und dementsprechend so gehalten, daß der Stoff weitesten Kreisen zugänglich ist. Es ist, da sich besonders viele Schlosser, Mechaniker, Uhrmacher usw. unter den Hörern befanden, auf die praktischen Anwendungen in erster Linie Rücksicht genommen; diese beherrschen sogar die Darstellung, sodaß der Titel „Einleitung in die Elementarphysik" keineswegs treffend gewählt ist. Sonst ist das Buch wie alle Bücher des bereits verstorbenen Autors gut. L

Personalien

Professor Dr. Ferdinand Karl Schaum, Direktor der photochemischen Abteilung am physikalisch-chemischen Institut Leipzig, hat am 1. April einen Ruf als Ordinarius für physikalische Chemie und als Direktor des physikalisch-chemischen Institutes an der Universität Giessen erhalten. Professor Schaum ist am 14. Juli 1870 in Frankfurt a. M. geboren, studierte von 1889 bis 1895 in Berlin, Basel, Leipzig und Marburg, wo er 1893 über die Ketochloride des Phenols promovierte. Im Jahre 1897 habilitierte er sich als Privatdozent mit einer Arbeit über die Arten der Isomerie. Er hat mit E. Englisch die „Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie" herausgegeben und eine große Anzahl Abhandlungen über Photographie und Photochemie wie „Silberkeimwirkung beim Entwicklungsvorgang", „Theorie des photographischen Prozesses", „Die Struktur der Negative", „Photochemisches Verhalten von bindemittelfreiem AgBr" herausgegeben. Den Teilnehmern an den Einweihungsfeierlichkeiten des neuen Gebäudes der Treptow-Sternwarte ist er durch seinen Vortrag „Photographische Probleme" in angenehmer Erinnerung (Vergl. „Das Weltall" Jg. 9, Heft 21/22, S. 305). Auch hat er im „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte" im Jahre 1911 über „Die Bestimmung der Temperatur von Himmelskörpern" gesprochen. Zu seinem Nachfolger ist Herr Dr. Fritz Weigert aus Berlin ernannt worden. F. S. A.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

14. JAHRGANG 15. HEFT **DAS WELTALL** 1. MAIHEFT 1914

INHALT

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré[1])

Von Dr. Wilhelm Ebert

„Wir können nicht geduldig warten", sagt Poincaré, „bis wir alle nötigen Elemente für eine Kosmologie zusammen haben, weil unser Geist eine Lösung dieser Fragen fordert."

Mit diesem Ausspruche hat Poincaré allen denen von vornherein pariert, die es ablehnen, sich über kosmogonische Dinge nach dem jeweiligen Stande der Wissenschaft Klarheit zu verschaffen, weil man noch nicht restlos alles wisse. Daß ein Mann von der Qualität und der Universalität Henri Poincarés diese scheinbar vornehme und scheinbar gewissenhaft wissenschaftliche Zurückhaltung nicht mitmacht, mag für alle diejenigen eine Freude und eine Beruhigung sein, die gern einmal über den Kreis des exakten Wissens hinausschreiten und nach einer gewissen Veranschaulichung des Werdens der Welten drängen.

Der Inhalt dieses hochbedeutsamen Werkes, aus dem wir die Stellung Poincarés, als die eines größten der modernen Geister, zu den allgemeinsten Fragen kennen lernen, die außerhalb der menschlichen Individualität selbst liegen, ist folgender. Nach einem von Ernest Lebon verfaßten und dem Andenken Poincarés gewidmeten Vorwort, das Leben und Lebensarbeit des großen Mannes darstellt, beginnt Poincaré selbst seine ursprüngliche Einleitung, in der er einen kursorischen Überblick über die bedeutendsten kosmogonischen Anschauungen gibt. Die folgenden Kapitel behandeln: 1. Die Hypothese Kants — 2. Die Laplacesche Hypothese — 3. Die Analyse derselben. Die Arbeiten von Roche. a. Niveauflächen b. Notwendigkeit der Annahme einer zentralen Kondensation c. Sukzessive Bildung der Ringe d. Diskussion der Annahne einer gleichförmigen Rotation e. Studium der Stabilität eines Ringes; die Ringe Saturns f. Der Zerfall der Laplaceschen Ringe; die Bildung der Planeten g. Die Bildung der Monde h. Einwände gegen die Laplacesche Theorie — 4. Die Hypothese von Faye — 5. Die Hypothese von Ligondès — 6. Hypothese von See — 7. Die Theorie von G. H. Darwin a. Allgemeines b. Voraussetzung nichtbestehender Exzentrizitäten und Neigungen der Mondbahn c. der allgemeine Fall d. Beschleunigender Einfluß der Abkühlung e. Die Hypothese über die Bildung des Mondes — 8. Die Quellen der Sonnen- und der Erdwärme a. Die Sonnenwärme b. Die Erdwärme c. Adiabatisches Gleichgewicht eines vollkommenen Gases — 9. Theorie

---

[1]) Leçons sur les Hypothèses Cosmogoniques, professées à la Sorbonne par Henri Poincaré. Redigées par Henri Vergne. Paris. 2. Ausg. gr. 8° LXX und 294 S. Mit einem Portrait Henri Poincarés und biographischen Notizen von Ernest Lebon. Librairie scientifique A. Hermann et fils. 1913. Preis 12 frcs.



von Sir Norman Lockyer — 10. Schusters Hypothese — 11. Theorie von Arrhenius — 12. Die Milchstraße und die kinetische Gastheorie — 13. Die Bildung der Spiralnebel nach See — 14. Die Hypothese von Belot.

1. Die Hypothese von Laplace

Obgleich Poincaré die meisten wissenschaftlich ernst zu nehmenden Hypothesen in den Bereich seiner Betrachtungen zieht, gibt er dennoch einer den Vorzug, nämlich der seines Landsmannes Laplace. Er sagt darüber, daß sie zwar ein altes Gebäude mit sehr vielen Sprüngen sei, daß die Sprünge aber immer wieder gut repariert worden seien, sodaß die Theorie auch heute noch den Anforderungen ganz gut genüge. Nach Poincarés Meinung sei es nur nötig, die Laplacesche Hypothese mit neuem und modernem Geiste zu erfüllen, um sie den Angriffen der Zeit gegenüber widerstandsfähig zu machen.

Es ist erstaunlich zu sehen, wie weit Poincaré die selbstgestellte Aufgabe bewältigt und zwingt, wie durchdringend der große Franzose Mathematik und naturwissenschaftliche Erkenntnisse zugleich bemeistert, wie er aber auch mit genialen Würfen den abgestorbenen Laplaceschen Anschauungen, für die sich kein moderner Forscher mehr erwärmen mochte, neues Leben einhauchte. Bevor wir ihm jedoch dahin folgen, wollen wir kurz rekapitulieren, wie Laplace sich die Entstehung des Sonnensystems gedacht hat.

Bei der Entwickelung seiner Weltentstehungslehre ließ sich Laplace in erster Linie durch die zahlreichen Beobachtungstatsachen leiten, die damals bereits bekannt waren. Es fiel ihm auf, daß sich alle Planeten in demselben Sinne und nahezu in einer und derselben Ebene um die Sonne bewegen. Dasselbe galt von den Bewegungen der Monde um die Planeten. Auch die Achsendrehungen der verschiedenen Körper und der Sonne erfolgten in demselben Sinne. Die Bahnen hatten sich ferner sämtlich als nahezu kreisförmig ergeben. Die Kometen dagegen zeigten starke Exzentrizitäten und ihre Bahnneigungen schienen völlig beliebig. Das setzte sie zu den Planeten in einen Gegensatz, dem Laplace in seinem System wohl Rechnung trug.

Die Ursache, welche alle Bewegungen der Planeten hervorgebracht hat, muß jedenfalls alle diese Körper gleichartig betroffen haben. In Anbetracht der ungeheuren Entfernungen, die die Planeten von einander trennen, können sie nur aus einer nichtfesten Massenanhäufung (fluide) hervorgegangen sein, die von ganz ungeheuerer Ausdehnung gewesen sein muß. Diese muß die Sonne wie eine Atmosphäre umgeben haben, aus welcher die kreisförmigen Bahnen sich herausgelöst haben. Die Betrachtung der Planetenbewegungen führt also auf den Gedanken, daß sich die Sonnenatmosphäre infolge ihrer außerordentlich hohen Temperatur nach Art der Nebelsterne ursprünglich über die Bahnen aller Planeten hinaus erstreckt und sich infolge der Abkühlung auf ihre jetzigen Grenzen zusammengezogen hat. Wenn man diese Erscheinung immer weiter zurück verfolgt, kommt man schließlich auf einen fast unendlich dünnen Nebel.

Die Zahl der Sonnen, die sich aus einem solchen Nebel bilden, hängt von der Zahl der ursprünglich in ihm vorhandenen Verdichtungen ab. So konnten die Plejaden und ähnlich auch die Doppelsterne entstehen. Aber wie ist für die Planeten und Satelliten die Drehung um den Zentralkörper und für die Planeten um ihre eigene Achse entstanden? — Wären die Planeten tief in die

Sonnenatmosphäre von außen eingedrungen, so wären sie infolge des Widerstandes derselben auf die Sonne gefallen. Man muß also annehmen, daß sich die Planeten an den sukzessiven Grenzen der Sonnenatmosphäre durch Verdichtung von Gaszonen gebildet haben, welche sie schließlich infolge der Abkühlung in der Ebene ihres Äquators zurückgelassen hat. Bei der allmählichen Zusammenziehung des Gasballes infolge seiner Abkühlung wird die Drehung immer schneller. Am Äquator der Sonnenatmosphäre macht sich die Fliehkraft am meisten geltend. Bei stärkerer Zusammenziehung des Körpers zog sich schließlich die Sonnenatmosphäre von diesen Gaszonen zurück, und sie beschrieben um die Sonne Kreisbahnen, da für sie die Schwerkraft durch die Fliehkraft ausgeglichen war. Die Teilchen auf den übrigen Breiten blieben jedoch bei der Sonne. Die abgespaltenen Gasringe bildeten durch ihre Verdichtung und die gegenseitige Anziehung ihrer einzelnen Teilchen, der Moleküle, verschiedene konzentrische Ringe, die um die Sonne rotierten. Die gegenseitige Reibung der Moleküle hat für jeden Ring bewirken müssen (?), daß sie alle schließlich dieselbe Winkelgeschwindigkeit annahmen. Also waren die wirklichen Geschwindigkeiten der entfernten Teile größer. Bei steigender Zusammenziehung des Ringes rückten die äußeren Teile nach der Mitte des Ringes zu, womit ohne weiteres eine Vermehrung ihrer Geschwindigkeit verbunden ist. Umgekehrt werden die Geschwindigkeiten der inneren Teile des Ringes vermindert, wenn sie nach der Mitte zu rücken. So bewegten sich also Teilchen mit ungleichen Geschwindigkeiten nebeneinander her, die auf die Dauer den Bestand eines Ringes nicht gestatten konnten. Die Ringe mußten also notgedrungen bersten, wobei die Geschwindigkeiten der einzelnen Teilchen auf das künftige Gebilde einen bedingenden Einfluß ausüben mußten. Fast immer hat sich jeder Ring in mehrere Massen zerlegt, die mit sehr wenig verschiedenen Geschwindigkeiten in demselben Abstande um die Sonne kreisten. Diese Massen haben eine kugelförmige Form annehmen müssen, mit einer Drehung im Sinne ihres Umlaufs, weil alle inneren Moleküle kleinere Geschwindigkeit hatten als die äußeren. Wenn es aber einer dieser Massen gelang, dank ihrer Schwere alle übrigen mit sich zu vereinigen, so ergab sich schließlich eine kugelförmige Gasmasse, welche mit einer Drehung im Sinne des Umlaufs die Sonne umkreiste. Schließlich bildete sich ein von einem Nebel umgebener Kern, wie es die Sonne ehemals selbst auch war. Und dieser bot Gelegenheit zur Bildung der Monde. Die Umdrehungszeit des Zentralkörpers muß nach dem Vorhergehenden geringer sein, als die Umlaufszeiten seiner verschiedenen Begleiter.

Für Laplace sind die Kometen Fremdkörper im Sonnensystem, die als kleine Nebel von Sonnensystem zu Sonnensystem irren. Hiermit stimmt die völlige Willkürlichkeit ihrer Neigungen. Da Laplace auch die Einfangung der Kometen (Verwandlung ihrer ungeschlossenen Bahnen in Ellipsen) durch einen großen Planeten kennt, fügten sie sich ganz richtig in sein System ein. Auch das Zodiakallicht soll nach Laplace ein Ring um die Sonne sein, der sich aus Molekülen zusammensetzt, welche zu flüchtig gewesen waren, um sich unter sich oder mit den Planeten zu vereinigen. — Die Abplattung der Planeten spricht für ihren ursprünglichen nicht festen Zustand.

Als eine der merkwürdigsten Tatsachen im Sonnensystem erschien Laplace die Übereinstimmung zwischen Umdrehungszeit und Umlaufszeit der Monde, d. h. daß die Monde ihren Planeten immer dieselbe Seite zukehrten. Sollten indessen diese Größen zu Anfang von einander verschieden gewesen sein, so

mußte die Anziehung der Planeten mit der Zeit doch eine vollständige Gleichheit zwischen ihnen herstellen.

Laplace setzt schließlich seine Anschauungen über die Entstehung des Erdmondes auseinander. Da nach seiner Meinung die Monde den Planeten immer dieselbe Seite zugekehrt haben, konnten sie weder Ringe noch Monde zweiter Ordnung hervorbringen. (Fortsetzung folgt)

Das Großsteindenkmal Avebury in Südengland

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Schluß)

IV

Wir kommen nun zur Deutung des eigenartigen Bauwerks. Nach Stukeley war Avebury eine in Schlangenform erbaute Kultstätte. Sie sollte das Hierogramm der alten Ägypter darstellen, das aus dem Kreis (Steinkreis = höchste Quelle des Lebens, der Vater), der Schlange (göttliche Emanation des Vaters, der Sohn) und den Flügeln bestand (andere Emanation des Vaters, heiliger Geist, anima mundi). Hiernach sollen die Erbauer (Druiden) bereits Christen (!) gewesen sein, die von den Phöniziern die heilige Lehre erhielten, als der Tyrische Herkules eine Expedition nach Britannien unternahm. Das soll zu Abrahams Zeit gewesen sein, so daß die Erbauung Aveburys im Todesjahre von Sarah, dem Weibe Abrahams, im Jahre 1859 v. Chr. (!) erfolgte.

Ähnliche Beziehungen zwischen den Phöniziern und Avebury vermutet Rev. L. Bowles im „Hermes Britannicus" (1828). Er geht von dem großen Steinpfeiler im Mittelpunkt des Südkreises in der Hauptanlage aus und behauptet, dieser Pfeiler sei der keltischen Gottheit Teutates oder Merkur geweiht gewesen. Dieser Merkur sei in Ägypten verehrt, und die Kenntnis von ihm sei von den Phöniziern nach Britannien gebracht worden. Hier wurde er der große Lehrer, instructor, und später die höchste und einzige Gottheit der Kelten. Ihm zu Ehren errichtete man Avebury und den Silbury-Hügel. Bowles gibt sodann den Steinen der einzelnen Steinkreise eine astronomische Deutung, denn er meint, die Steine des Nord- und Südkreises wären Darstellungen der Monate, Jahre, Tage und Stunden, eingeschlossen in den großen Kreis der Ewigkeit (großer Steinkreis am Wall und Graben). Den Ring-Stone hält er für einen Gnomon, und die von Stukeley angenommene Schlangenform der Steinstraßen ist ihm eine Wiedergabe des Laufes der Gestirne.

Bowles astronomische Deutung wurde von Rev. Edward Duke in das Phantastische weiter entwickelt. Nach seiner Meinung haben wir es bei Avebury und den anderen vorgeschichtlichen Bauwerken in der Umgegend mit einem gewaltigen Planetarium zu tun, dessen Mittelpunkt der Silbury-Hügel bildet. Entsprechend der geozentrischen Vorstellung ist der Silbury-Hügel die Erde, Saturn als äußerster Planet ist Stonehenge, Jupiter wird durch das Erdwerk Casterly Camp, Mars durch das Erdwerk Marden Hill, Venus durch den Steinkreis von Winterbourne Bassett, Merkur durch die Erdwerke auf dem Walkers Hill, die Sonne durch den Süd-Steinkreis und der Mond als Satellit der Sonne durch den Nord-Steinkreis der Hauptanlage von Avebury dargestellt. Die 30 Steine der äußeren Kreise des Nord- und Südkreises sollen die Tage im Monat, die 12 Steine der inneren Kreise die Monate im Jahr, der Zentralstein

im Sonnenkreis ein Jahr, die drei Steine in der Mitte des Mondkreises die früher geltenden drei Jahreszeiten (Frühling, Sommer und Winter) und der Ring-Stone, wie bei Bowle, einen Gnomon bedeuten. Die Steinalleen hält Duke für eine Darstellung des nördlichen Teils der Ekliptik.

Herbert gibt im „Cyclops Christianus" (1849) völlig andere Erklärungen. Nach ihm sind Avebury und Stonehenge nachrömisch, denn andernfalls wären sie von Caesar, Strabo, Diodorus, Plinius und Tacitus erwähnt worden. Auch die Schlangentheorie verwirft er und meint, daß die Druiden, wenn sie, wie berichtet wird, heilige Haine gehabt hätten, nicht genötigt gewesen wären, eine Kultstätte aus steinernen Bäumen zu errichten; die waldlose Gegend von Avebury hätte sich vielmehr für die Anlage von Begräbnisstätten geeignet, und als eine solche in monumentaler Form wäre Avebury anzusprechen.

Der Silbury-Hügel wird ebenfalls verschieden gedeutet. Er soll zu weltlichen Zwecken für feierliche Verkündungen an das Volk, als Grabbau, dann für astronomische Beobachtungen und schließlich für religiöse Handlungen erbaut sein.

Unser Gewährsmann William Long, dessen eingehender Beschreibung Aveburys aus dem Jahre 1858 wir bereits gedachten, faßt scheinbar etwas resigniert sein Urteil dahin zusammen, daß die majestätischen Anlagen von Avebury wie auch von Stonehenge stets einer Erklärung trotzen werden. Ihre Zweckbestimmung wird in Dunkel gehüllt bleiben, und jedem steht es frei, astronomische, religiöse oder weltliche Zwecke zu vermuten. Nach seiner Ansicht ist Avebury älter als Stonehenge, das vielleicht erbaut wurde, um mit Avebury zu rivalisieren. Dieser etwas wenig befriedigende Deutungsversuch eines in dieser Angelegenheit so sachkundigen Mannes wie W. Long zeigt die große Schwierigkeit, sich mit der Zweckbestimmung Aveburys auseinanderzusetzen.

In neuester Zeit hat sich Sir Norman Lockyer mit der Deutungsfrage der vorgeschichtlichen Bauwerke in England eingehend beschäftigt. Seine astronomische Orientierungstheorie haben wir bereits bei den Steinstraßen und Steinkreisen von Merrivale auf dem Dartmoor kennen gelernt. Wir wollen sehen, zu welchen Ergebnissen ihn seine Untersuchungen in Avebury führen.

Lockyer bestimmte[1]) die Azimute der Kennett- und Beckhampton-Avenue und brachte sie in Beziehung zu den beiden Steinkreisen in der Hauptanlage. Es stellte sich dabei heraus, daß die Beckhampton-Avenue das Azimut 64° NO und die Kennett-Avenue 32° SO hat (s. Abb. 18). Als Azimutrichtung für die Beckhampton-Avenue nimmt Lockyer diejenige Linie an, die die beiden großen Monolithen am Westende der Avenue (gemeint sind wahrscheinlich die Long Stones) mit dem Cove im Nord-Steinkreis der Hauptanlage verbindet und ganz nahe an den Steinen vorbeigeht, die Stukeley als Reste der Avenue in der Nähe des Walls bezeichnet. Diese Linie soll die Richtung des Sonnenaufgangs zu Beginn des Maijahrs angeben, der für Prozessionszwecke in der Avenue von Bedeutung war. Dem gleichen Zweck als Prozessionsstraße soll die Kennett-Avenue gedient haben. Sie hat mit dem Azimut 32° SO zwar keine direkte Beziehung zum Sonnenauf- oder Untergang, sondern soll die Richtung angegeben haben, um den Stern α Centauri als warnenden Stern beim Sonnenaufgang am

[1]) Sir Norman Lockyer, Stonehenge and other british stone monuments usw. 2. Aufl. London 1909, S. 354–361



Novemberfest beobachten zu können (ähnlich der Aufgabe, die **Lockyer** bei Merrivale dem Sternbild der Plejaden zuweist). Nun hat aber die Kennett-Avenue keinen gestreckten Verlauf. Sie knickt wie wir sahen in sanftem Bogen bei West Kennett, um eine östlichere Richtung zum Overton-Hügel zu nehmen. **Lockyer** erklärt diese Richtungsänderung damit, daß er dem Teil der Avenue von West Kennett bis zum Overton-Hügel die Bedeutung gibt, als Beobachtungslinie für den November-Sonnenaufgang gedient zu haben. Die Kennett-Avenue soll direkt vom Süd-Steinkreis in der Hauptanlage ausgegangen sein. Unter der Annahme, daß der Stern α Centauri in der Kennett-Avenue als „south Clock star" beobachtet wurde, errechnet **Lockyer** als Entstehungszeit der Avenue und damit Aveburys das Jahr 3500 v. Chr. Statt α Centauri kann vielleicht auch der Stern β Centauri in Frage gekommen sein, der kurz vor α Centauri mit fast demselben Azimut aufgeht. In Ägypten sind nach **Lockyer** mehrere Tempel nach dem α Centauri, so der Memnon-Tempel in Theben, orientiert worden (**Lockyer** a. a. O. S. 369—371).

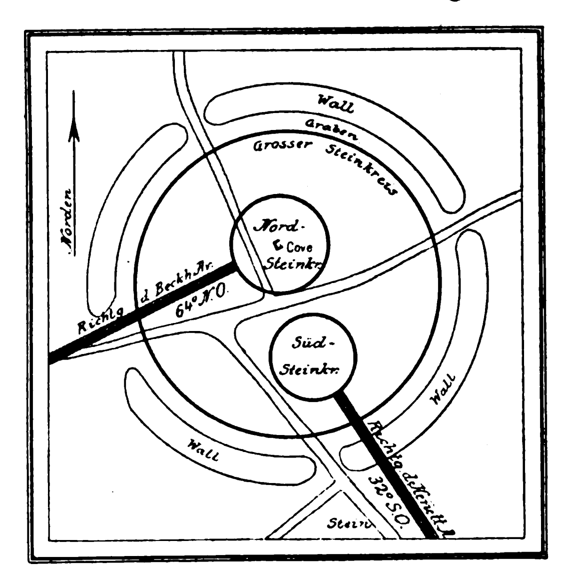


Abb. 18
Schematische Darstellung der Hauptanlage von Avebury mit den Azimutrichtungen nach Lockyer

Lockyers Annahme einer astronomischen Orientierung der Anlage von Avebury, besonders der Avenuen, blieb nicht ohne Widerspruch. So äußerte **Goddard** im Jahre 1908 („Nature" 6. Februar 1908) seine Zweifel in bezug auf den Verlauf der Kennett-Avenue, wie ihn **Lockyer** in der Nähe des Walls annehmen muß. Nach den früheren Beschreibungen von Avebury und auch nach einigen noch jetzt stehenden Steinen sind wir nämlich zu dem Schluß berechtigt, daß die Kennett-Avenue nicht, wie **Lockyer** annimmt, am Südsteinkreis begann und nun im geraden Verlauf die Richtung nach den jetzt auf dem Felde stehenden Resten der Avenue einschlug, sondern daß sie bei dem jetzigen Süddurchbruch des Walls ihren Anfang nahm, wo noch jetzt ein gut erhaltener Stein steht, und dann in einem sanften Bogen bis zu den genannten Resten, die, wie wir oben sahen, aus 11 Steinen bestehen, verlief. In einer wenn auch nur schwachen Kurve darf aber eine Avenue nicht verlaufen, wenn sie astronomischen Beobachtungen dienen sollte, so wird ihr denn von **Lockyer** der gerade Verlauf zugewiesen, wie wir ihn auf Abb. 18 sehen. Daß sie dann dabei den Wall überspringt, der astronomische Beobachtungen verhindern mußte, erklärt **Lockyer** damit, daß dieser eine spätere Zutat ist, die hinzukam, als die Benutzung der Kennett-Avenue im astronomischen Sinne aufhörte. Damals soll nach **Lockyer** auch eine Verlegung der Avenue zum jetzigen Süddurchbruch des Walls vorgenommen sein. Für die letztere Annahme einer Avenue-Verlegung kann **Lockyer** keinen direkten Beweis erbringen. Für die spätere Errichtung des Walls führt er als Zeugnis die Notiz von **Stukeley** an, daß bei der Niederlegung des Walls auf der Westseite auf dem gewachsenen Boden Knochen usw., die er für Opferreste hält, gefunden wurden.

Die Errichtung des Walls soll nach Lockyer ungefähr vor 4000 Jahren erfolgt sein. Da nach seinen Untersuchungen die Anlage der Kennett-Avenue um 3500 v. Chr. anzunehmen ist, so wäre danach der Wall erst ungefähr 1400 Jahre nach der Errichtung der Steinkreise und der Avenuen erbaut worden. Nun ist es nicht bekannt, aus welcher Zeit die „Opferreste" stammen (es steht ein Zeitraum von 1400 Jahren zur Verfügung), es läßt sich daher u. E. aus dem bloßen Vorkommen von solchen Resten schwerlich schließen, daß die Erbauung des Walls erst rund 1400 Jahre nach Fertigstellung der Steinkreise und Avenuen geschah. Gleich bedenklich erscheint Lockyers Annahme der späteren Verlegung eines Teils der Kennett-Avenue. Es ist eine Zwangsannahme, die durch nichts sonst gestützt wird.

Die Bedenken gegen eine astronomische Orientierung mehren sich, wenn wir das südöstliche Ende der Kennett-Avenue zwischen West Kennett und dem Overton-Hügel betrachten. Diese Strecke sollte nach Lockyer die Richtung des Sonnenaufgangs im November (Mai-Novemberjahr) angeben. Es muß dabei auffallen, daß gerade eine solch ungünstige Beobachtungsstelle gewählt wurde; denn abgesehen davon, daß dieser Teil der Avenue in einer flachen Kurve verlief, die eine Beobachtung im angegebenen Sinne überhaupt verhinderte, ist zu bedenken, daß sich der Beobachter in West Kennett im Tal befand und einen Berg hinaufschauen mußte, um die Sonne aufgehen zu sehen. Die Steigung von West Kennett zum Overton-Hügel hinauf beträgt ungefähr 1 : 20.

Auch die Beckhampton-Avenue müssen wir noch erwähnen. Lockyer nimmt an, daß diese Avenue gradlinig von den Long Stones bis zum Nordsteinkreis in der Hauptanlage verlief. Dieser genau geradlinige Verlauf ist immerhin zweifelhaft. Abb. 7 (Plan aus dem Jahre 1857) zeigte uns, daß die Avenue vermutlich über Griffins Farm, also im Bogen nach Norden zu, verlief. Sodann kehrt das Cove im Nordkreis der Hauptanlage der Avenue den Rücken zu, da es sich nach Nordosten öffnete, nicht aber nach Südwesten im Zuge der Avenue (s. Abb. 18). Vergleichen wir damit die Innenanlage von Stonehenge, die sich dort nach der Avenue zu öffnet, so ist es u. E. kaum anzunehmen, daß die Beckhampton-Avenue mit dem Cove des Nordkreises die direkte Beziehung hatte, wie sie Lockyer annimmt.

Nach alledem scheint der Lockyerschen astronomischen Orientierungstheorie etwas Gezwungenes innezuwohnen. Solange die vorstehenden Bedenken nicht behoben sind, wird u. E. diese Theorie wohl kaum imstande sein können, die gewünschte Klarheit über Entstehung und Zweck des Bauwerks zu bringen.

Außer Lockyer haben sich in neuester Zeit zwei bedeutende Prähistoriker über Avebury geäußert. Das sind Sir John Lubbock, der wie kein anderer mit unserem Großsteindenkmal in engster Verbindung steht, da ihm der ehrenvolle Titel Lord Avebury verliehen wurde, und der bekannte Direktor des Museums für Völkerkunde in Berlin, Professor C. Schuchhardt. Lord Avebury äußert sich in der Vorrede zum genannten Buch von Cox ungefähr wie folgt: Avebury entstammt als bedeutendstes Großsteinbauwerk der Welt der Steinzeit und ist wahrscheinlich älter als Stonehenge. Es war zweifellos ein geheiligter Platz, in dem religiöse Feiern stattfanden. Sein Grundriß geht auf die Form einer Wohnstätte zurück. Diese Form finden wir auch sonst bei Kultstätten und Gräbern. Das Grab war das den Toten errichtete Haus, das wohl in vielen Fällen, wie auch jetzt noch bei manchen wilden Volksstämmen, dem Eigentümer schon bei Lebzeiten als Wohnung diente. Lord Avebury

führt dies weiter aus und sagt, daß die nordischen Völker mit bitterer Kälte im Winter zu kämpfen hatten und daher ihre Wohnungen zum Teil als unterirdische Kammern bauten, über welche sie der Wärme wegen Erde oder Schnee aufschütteten, und die aus demselben Grunde nicht direkt, sondern durch einen freien Gang mit der Luft in Verbindung gebracht wurden. Um zu verhindern, daß die Erde herabrutschte, stellte man einen Kreis von Steinen am Fuß des Hügels auf. So entwickelten sich aus dem Wohnhausbau (Grabbau) die tumuli, Steinkammern, Steinkreise und Steinalleen. Die letzteren sind vielleicht reich entwickelte Zugangswege. Die verschiedenen Arten der Bauwerke kommen einzeln und in verschiedenartiger Verbindung miteinander vor, sowie in jeder Größe, vom kleinen kaum wahrnehmbaren tumulus bis zum gigantischen Silbury-Hügel, vom kleinen Steinkreis (wie wir solche bei Merrivale auf dem Dartmoor kennen lernten) bis zu den Riesenkreisen von Avebury. Es war üblich, den Toten Nahrung und Geschenke beizugeben, teils aus Liebe, teils auch, um ihren Schutz zu erwirken. Für gewöhnlich verringerten sich die Gaben mit der Zeit; fielen aber die Ernten gut aus, und erblühte das Geschlecht zu großer Macht, so wurde dies dem Einfluß des Toten zugeschrieben. Sein Ruhm wuchs, andere suchten seinen Schutz, und so wurde aus seinem Grab nach und nach eine Kultstätte, ein Tempel. So war auch Avebury das Grab einiger großer Männer und dann eine Kultstätte. Lord Avebury hält die Anlage für unvollendet und meint, daß nur die riesenhafte Größe des Monuments dessen Vervollständigung verhinderte, denn es war unmöglich, einen so gewaltigen Erdhügel zu errichten, wie er zur Bedeckung der Hauptanlage erforderlich gewesen wäre.

Bei dem häufigen Vorkommen von Steinkreisen ohne tumuli, die sich als Flachgräber ergeben haben, werden wir nicht umhin können, einige Bedenken gegen Lord Averburys Ansicht einer Hügelbedeckung zu äußern, zumal auch Stonehenge gegen eine solche spricht. Nach Lord Aveburys Ansicht hätten wir es außerdem bei Avebury, streng genommen, mit drei Hügeln zu tun, von denen 2 innerhalb des großen zu denken wären.

Neben Lord Aveburys Äußerungen stellen wir das Ergebnis des Untersuchungen C. Schuchhardts, das er in folgende Sätze zusammenfaßt (Prähistorische Zeitschrift 2. Bd. 1910 4. Heft S. 316 u. 317):

„1. Avebury ist ein stark umwallter großer Kreis mit zwei einzelnen Steinkreisen im Innern, von denen der südliche einen, der nördliche drei ragende Steine in seiner Mitte hatte.

2. Von Avebury führt gegen Südosten eine mit großen Steinen flankierte Prachtstraße hinaus, anscheinend zu der am Fuße gelegenen Siedlung und zur alten Heerstraße. Von der Siedlung ging eine ebensolche Prachtstraße östlich zu einem doppelten Steinkreis auf Overton Hill.

3. Nach Westen führte keine steinbesetzte Straße aus Avebury hinaus. Im Südwesten bei Beckhampton liegen aber die Reste eines weiteren Steinkreises, in dem früher ein „fossiles Skelett" gefunden sein soll.

Ordentliche Ausgrabungen sind bei Avebury nicht gemacht; Aubrey spricht nur allgemein von einer Anzahl Feuersteinwerkzeuge, die innerhalb der Steinkreise gefunden seien (Cox S. 27). Wir sind also auf die oben geschilderten Beobachtungen angewiesen. Die zeigen aber, daß in Avebury selbst zwei Steinkreise neben einander errichtet waren, und daß es nur 1/4 Stunde nach Südosten und Südwesten je einen weiteren Steinkreis gab,

sowie daß von einer Orientierung nichts zu bemerken ist; die Prachtstraße führt offenbar auf kürzestem Wege zur Siedlung.“

Diese Deutung der Anlage durch Schuchhardt erklärt nicht die Weiterführung der Kennett-Avenue von West Kennett bis zum Overton-Hügel hinauf. Eine solche läßt sich aber finden, wenn wir unsere Betrachtung über den Zweck und die Linienführung dieser Avenue auf die weitere Umgebung Aveburys ausdehnen.

Zu Beginn unserer Ausführungen sahen wir, daß über den Overton-Hügel einer der wichtigsten vorgeschichtlichen Wege, der sogenannte Ridge Way, verläuft, der aus nordöstlicher Richtung über die Kuppen des Hackpen Hill kommend sich hier vom Overton-Hügel in das Tal des Kennett River hinabsenkt und nun südwärts die Richtung auf Stonehenge einschlägt (s. Abb. 8). Zweifellos wird eine Verbindung zwischen dieser Verkehrsader und der Hauptanlage von Avebury bestanden haben, und die Vermutung liegt nahe, daß diese Verbindung durch die Prachtstraße der Kennett-Avenue gebildet wurde. Es ist auch verständlich, daß man vom Ridge Way aus gerade den Overton-Hügel als Ausgangspunkt dieser Prachtstraße wählte. Nähert man sich nämlich Avebury von Stonehenge her auf dem Ridge Way und steigt nach Durchquerung des Tales des Kennett River den Overton-Hügel hinauf, so bietet sich von diesem markanten Höhenpunkte aus zum ersten Male ein umfassender Blick auf Aveburys nahe Umgebung bis hin zur Hauptanlage dar. Hier war daher der wirkungsvollste Platz, die Zugangsprachtstraße beginnen zu lassen, die von hier aus in ihrem ganzen Verlauf überblickt werden konnte. Daß man ferner dem Beginn der Prachtstraße durch Errichtung eines doppelten Steinkreises (Sanctuarium) eine besondere Bedeutung beilegte, kann im Hinblick auf die Riesenkreise von Avebury, auf die die Prachtstraße hinführte, nicht Wunder nehmen.

Es war nur natürlich, daß man der Avenue keinen vollkommen gestreckten Verlauf vom Overton-Hügel bis zur Hauptanlage gab. Führt man nämlich einen Weg (nicht Kunststraße im heutigen Sinne) einen Hügel hinab, so wird man den Weg möglichst so anlegen, daß ein Quergefälle in ihm vermieden wird. Aus diesem Grunde führte man die Avenue zunächst in sanfter Kurve möglichst steil den Overton-Hügel hinab, dessen Fuß sie bei West Kennett erreichte, und gab ihr nun einen fast geradlinigen Verlauf bis zur Hauptanlage in der Senke zwischen dem Warden Hill und der südwestlichen Abdachung des Hackpen Hill.

Wie steht es nun aber mit der Beckhampton-Avenue? Falls sie bestand, kann u. E. auch hier, wenn auch nicht so deutlich wie bei der Kennett-Avenue, eine Beziehung zu einem vorgeschichtlichen Hauptverkehrswege gefunden werden. Dieser Weg ist der ebenfalls früher bereits erwähnte Wansdyke, der in nahezu westöstlicher Richtung südlich von Avebury verläuft (s. Abb. 8). Verfolgt man nämlich die Beckhampton-Avenue von der Hauptanlage über die Long Stones hinaus in gleicher Richtung weiter, so trifft dieser Zug zunächst auf eine Kette von tumuli, die auf den am weitesten sich Avebury von Westen entgegenstreckenden Hügeln liegen, sodann auf die Römerstraße, die in gleicher Richtung auf die Kuppe des Morgans Hill führt. Hier wird der Wansdyke erreicht, der zusammen mit der Römerstraße fast genau westlich die Richtung auf das nächst Avebury und Stonehenge bedeutendste Großsteinmonument Südenglands, Stanton Drew (südlich von Bristol), einschlägt. Andere umfangreiche Großsteinbauten als Stonehenge und Stanton Drew waren in Aveburys weiterer

Umgebung nicht vorhanden, so daß sich für die Erbauer keine Notwendigkeit ergab, etwa nach Norden oder Osten von der Hauptanlage aus derartige Avenuen anzulegen. Astronomische Orientierungen der Avenuen, wie sie Lockyer annimmt, bringen besonders bei Avebury in die Erklärung etwas Gezwungenes hinein und können u. E. erst dann in Betracht gezogen werden, wenn man eine ungezwungene Erklärung nicht zu geben vermag. Auch Stukeleys Schlangentheorie wird vielleicht damit, was Avebury betrifft, zu Grabe getragen werden können.

Wir wenden uns nun von den Avenuen zur Hauptanlage von Avebury. Bei ihr muß zunächst die Anordnung in einem tief gelegenen Gelände auffallen. Als Herrschersitz oder befestigter Platz wäre, wie bereits angedeutet wurde, ihre Erbauung auf einer Anhöhe verständlich, nicht aber im Tale. Auch die Lage des Grabens innerhalb des Walles spricht gegen die Deutung als Festung oder dergl. Wir werden daher mit Lord Avebury in der Hauptanlage eine Begräbnisstätte erblicken können, die uns wegen der beiden Steinkreise innerhalb eines großen Kreises als ein monumentales, ja als das monumentalste Zwillingsgrab, das auf uns aus vorgeschichtlicher Zeit überkommen ist, entgegentritt. Daß sich eine derart gewaltige Grabanlage zu einer Kult- und Wallfahrtsstätte entwickelte, ist mit Lord Avebury ohne weiteres anzunehmen.

Was schließlich den Silbury-Hügel betrifft, so ist wohl bei einer Erklärung des Zweckes davon auszugehen, daß als Ausdrucksformen für Grabbauten sowohl Steinkreise ohne Erderhöhungen (Flachgräber) wie tumuli (Hügelgräber) anzusehen sind. Wie wir nun in der Hauptanlage von Avebury ein Zwillingsflachgrab in sonst nicht wiederkehrender Größe vor uns haben, so kann u. E. der Silbury-Hügel als monumentales Hügelgrab aufgefaßt werden. Daß die bisherigen Ausgrabungen keine Grabkammer zu Tage förderten, spricht nicht unbedingt gegen das Vorhandensein einer solchen [1]). Haben doch Jahrhunderte das berühmte Königsgrab von Seddin in der Mark Brandenburg, das bedeutend geringere Ausdehnungen als der Silbury-Hügel aufweist, durchwühlt, ohne die Grabkammer zu treffen. Erst 1899 gelang hier die Öffnung der Kammer. Auch die Lage des Silbury-Hügels auf einem tiefgelegenen, sich nach Norden abdachenden Gelände spricht für einen Grabbau und gegen einen Verteidigungszweck (Wartturm oder dergl.). Die ihn umgebenden natürlichen Hügelkuppen erreichen und übertreffen sogar seine Höhe. Astronomische Beziehungen zwischen dem Silbury-Hügel und der Hauptanlage oder den Avenuen sind nicht erkennbar. Andernfalls hätte Lockyer zweifellos auf solche hingewiesen.

Wir wollen nicht schließen, ohne auf folgende geometrische Beziehungen aufmerksam zu machen. Wie Abb. 8 zeigt, ist der Silbury-Hügel der Diagonalschnittpunkt eines verschobenen Vierecks, dessen gegenüberliegende Seiten einander parallel und gleich sind. Die Ecken des Vierecks werden durch die Hauptanlage, den Steinkreis auf dem Overton-Hügel, einen auf Abb. 8 südlich vom Silbury-Hügel angegebenen Steinkreis und das mutmaßliche Ende der Beckhampton-Avenue gebildet. Die Diagonalen des Vierecks werden im Schnittpunkt (Silbury-Hügel) halbiert. Ist diese Anordnung Zufall oder war sie Absicht der Erbauer? —

[1]) Auf die Frage, ob wir es bei dem Silbury-Hügel vielleicht mit einem Zwillingsgrab (twin barrow) zu tun haben, soll in einem späteren Aufsatz über die astronomische Orientierung des Seddiner Königsgrabes eingegangen werden



Der gestirnte Himmel im Monat Juni 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Ueber die Verteilung der Sterne in kugelförmigen Sternhaufen

Gewisse kugelförmige Sternhaufen zeichnen sich durch eine derartig regelmäßige Anordnung aus, daß man schon seit einiger Zeit mit Erfolg daran gehen konnte, Gesetze für die Verteilung der Sterne in denselben abzuleiten.

Die erste dieser Arbeiten verdanken wir M. S. I. Bailey, (Astronomy and Astrophysics 1893, 12, 689) über die Sternverteilung in ω Centauri. E. C. Pickering fand 1897 (Harvard Annals 26, 213 und Harvard Circulars) die gleiche numerische Verteilung für folgende drei Sternhaufen: ω Centauri, 47 Tucanae und Messier 13. Für die schwächeren Sterne des Haufens 47 Tucanae gilt dasselbe Verteilungsgesetz wie für die hellen. Plummer hat mit ähnlichem Erfolge den Sternhaufen Messier 13 untersucht. Ferner untersuchte v. Zeipel (Annales de l'Observatoire de Paris 25) im Jahre 1906 den Sternhaufen Messier 3.

Die neueren Untersuchungen über die Verteilung der Sterne in diesem Sternhaufen bezwecken, die Dichteverteilung in Beziehung zu setzen zu derjenigen gewisser Gleichgewichtszustände von Gasen, besonders dem adiabatischen Gleichgewichtszustand. Insbesonders verfolgt eine Arbeit von Strömgren und Drachmann über den Sternhaufen Messier 5 (vergl. Abbildung und Beschreibung „Weltall" Jg. 9 Heft 20) diesen Zweck. Der kugelförmige Sternhaufen soll in einer bestimmten Entfernung vom Mittelpunkt nach allen Seiten aufhören.

Man könnte aus dieser Eigenschaft den Mittel- oder Schwerpunkt bestimmen. Man stützt sich aber statt dessen meistens darauf, daß bei völliger Symmetrie die Dichte in der Nähe des Mittelpunktes nach allen Richtungen nahezu konstant bleibt. Hat man diesen einmal bestimmt, so zeichnet man Kreise um ihn und zählt die zwischen je 2 Kreisen befindlichen Sterne ab.

Bei einer solchen Untersuchung bieten zwei Größen ein besonderes Interesse:

I. Der Sterninhalt eines Flächenteiles auf der photographischen Platte (Plattendichte)

II. Der Sterninhalt eines Raumteilchens (Raumdichte)

Es ist leichter aus der letzten die erste abzuleiten, wie es Strömgren und Drachmann versuchen, als der umgekehrte Weg von Zeipel.

Strömgren und Drachmann stellen unsere jetzigen Kenntnisse über die Sternhaufen und die Schlüsse, die sie daraus ziehen, wie folgt dar:

1. In der Nähe der Sternhaufen stehen oft kleine Nebel, im Innern nicht.
2. Sternleeren innerhalb der Haufen deuten auf die Gegenwart dunkler absobierender Nebelmassen.
3. Die Spektra sind Gasspektra.
4. In gewissen Sternhaufen gibt es zwei getrennte Größenklassen.
5. Es gibt sehr viele Veränderliche mit ganz kurzen Perioden wie 12 Stunden.
6. Man kann meistens viele Doppelsterne nachweisen.

Hieraus schließen sie: Die sehr zerstreuten Sternhaufen dürften als der in der Entwickelung frühere Zustand der engeren anzusehen sein.

Die Anwesenheit von Nebelmaterie, die Bedingung für die mit der Zeit fortschreitende Konzentration ist, wird durch die sehr oft konstatierten dunklen Kanäle sehr wahrscheinlich gemacht. Wir betrachten einen sehr zerstreuten Sternhaufen, der eine gewisse Menge Nebelmaterie enthält, die der Bewegung Widerstand leistet. Ab und zu werden sich 2 Sterne so nahe kommen, daß ihre Bahnen vollständig abgeändert werden. Solche „Zusammenstöße" bewirken in der kinetischen Gastheorie eine derartige Ausgleichung der Geschwindigkeiten, daß die Theorie schließlich streng erfüllt ist.

Wenn in einem Sternhaufen eine ziemliche Menge Nebel vorhanden ist, so werden sich um die Sterne Nebelkugeln bilden. So können zwei einander sehr nahe kommende Sterne sich in ihrer Bewegung aufhalten und ein Doppelsternpaar bilden. Schließlich

wird sich also eine gewisse Zahl Doppelsterne vorfinden. Ist viel Nebel vorhanden, so werden sich viele solche Systeme herausbilden. Aber sie werden sich auch schnell infolge der stärkeren Reibung im Nebel zu je zwei in einen Stern vereinigen, der größer ist als die anderen. Diese engen Doppelsterne sind die Clusterveränderlichen. Sie und die ehemaligen Doppelsterne bilden zusammen die hellere Gruppe des Haufens, die unveränderlichen Einzelsterne bilden die schwächere Gruppe.

Die hellen Sterne sind immer mehr als doppelt so hell, als einer der schwachen Gruppe. Besonders wenn die größeren Sterne durch Zusammenstoß von zwei kleineren erzeugt sind, müssen sie sehr hell leuchten. Es bilden sich immer neue Doppelsternsysteme bei fortschreitender Wirkung der Nebelbildung aus.

Der Sternhaufen Messier 3 enthält nach Bailey 132 Veränderliche, die alle den hellen Sternen (900) angehören, während 2600 schwache desselben Haufens keinen einzigen Veränderlichen enthalten.

Die Herbeischaffung neuen Materials ist wünschenswert, um die Frage nach der Entstehung der Veränderlichkeit so vieler Sterne in den Sternhaufen endgültig aufzuklären; es wird sich dann entscheiden lassen, ob lokale Gründe, wie größere Nebelmassen an bestimmten Stellen, vielleicht schon ausreichen, die Bildung von diesen rätselhaften Veränderlichen zu erklären.

Die Sterne

Der Meridian durchschneidet vom veränderlichen Stern Algol im Perseus im Norden ausgehend den kleinen Bären, den Drachen, Bootes, die Wage und steigt zwischen dem Scorpion und Centauren zum Südpunkt hinunter. Wir finden abends 10 Uhr die hellen Sterne Regulus und Denebola im Löwen im Westen, gegenüber im Osten Atair im Adler, Wega in der Leier und Deneb im Schwan, im Norden die Capella im Fuhrmann, im Süden die Spica in der Jungfrau, Antares im Scorpion und Arctur im Bootes. — Da die Sonne fast 17 Stunden lang über unserem Horizont weilt, und lange Dämmerung nach ihrem Untergang und vor ihrem Aufgang die Beobachtung der Sterne stört, so bleiben im Juni nur die beiden Stunden vor und nach Mitternacht hierfür übrig. — Zuerst erscheint der rötliche Stern Arctur, der hellste Stern im Bootes. Seine Eigenbewegung unter den Sternen ist nach Süden gerichtet und so groß, daß die Ortsveränderung schon nach 720 Jahren eine Vollmondsbreite am Himmel ausmacht. Die alten Beobachter hätten also diese Eigenbewegung ohne Fernrohr bemerken können, sie ist aber erst im Jahre 1717 von Halley entdeckt worden. Arctur nähert sich der Erde in jeder Sekunde um 70 km, seine Entfernung von uns beträgt 26 Lichtjahre. Einer der schönsten Doppelsterne ist ε im Bootes, der Hauptstern ist 3. Größe und gelb, der Begleiter 6. Größe und von blauer Farbe; seine Entfernung vom Hauptstern beträgt 3″. Die beiden Sterne gewähren durch den Kontrast ihrer Farben, der sehr stark ist, einen prachtvollen Anblick. Die Distanz und der Positionswinkel nehmen nur langsam zu.

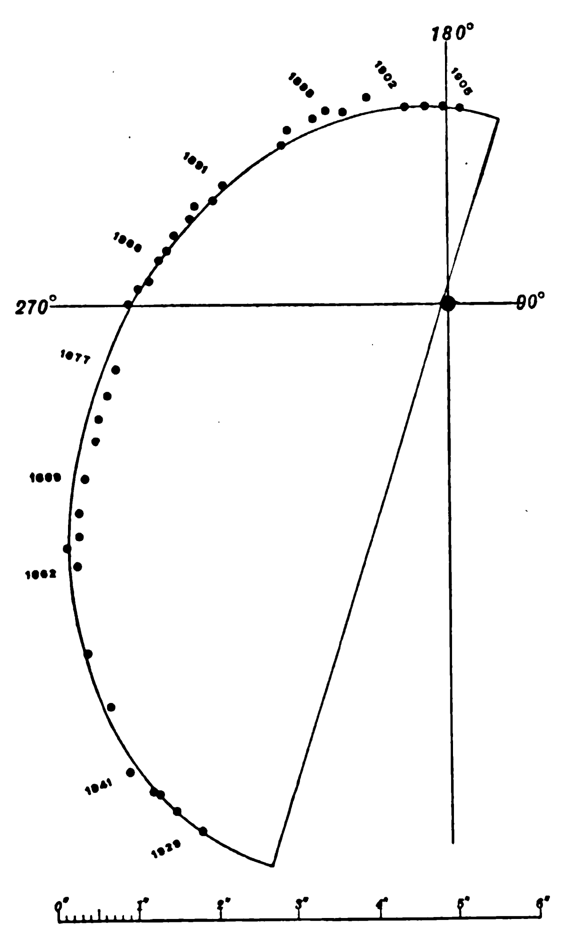


Fig. 1. Bahn des Doppelsternes ξ im Bootes

Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

Juni

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr

I. E *

II. E *

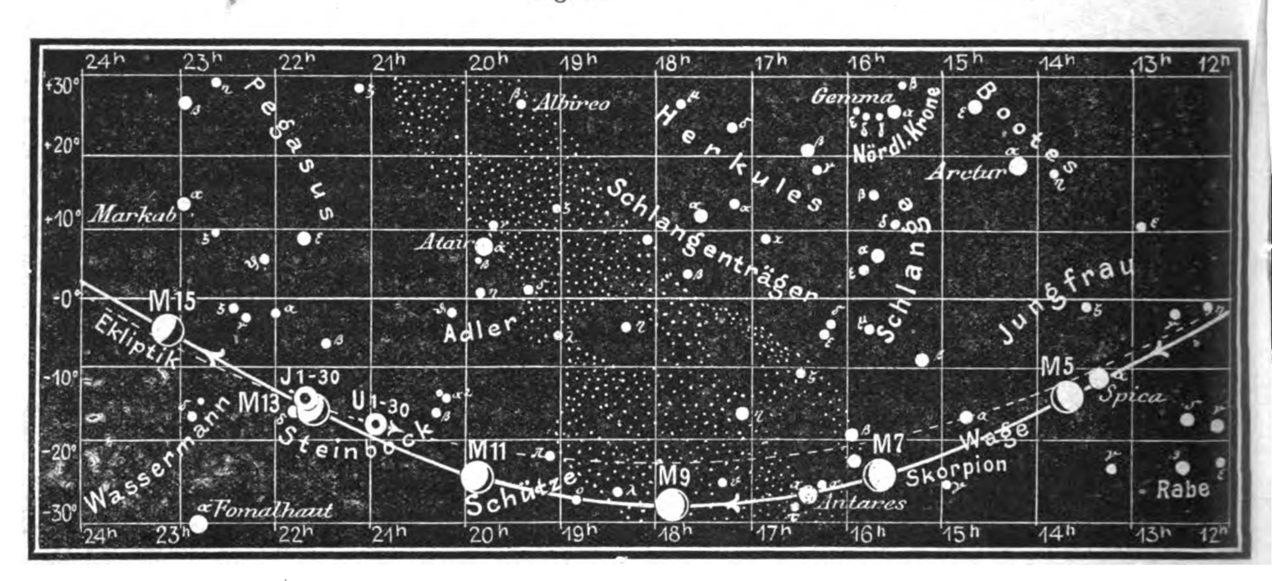
III. E * A *

IV. E * A *

Stellungen der Trabanten um 14h Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter	Östlich vom Jupiter
1	3 ·'	·2 4 ·
2	3·	1·2. 4·
3	·3 2.	4· ·1 ●
4	1·	4· ·3 ● ·2 ●
5	O 4·	·1 2·.3
6	4· 1·2·	·3
7	4· ·2	·1 3·
8	4· ·1 3·	·2
9	4· 3·	1·2
10	·4 ·3 2· ·1	
11	O 1· ·4 ·3	·2 ●
12	·4	·1 ·3·2
13	1:2·4	·3
14	·2	.1 ·4 3·
15	O 3· 1·	·2 ·4
16	3·	·12· ·4
17	·3 2· ·1	·4
18	·3 ·2	1· 4·
19		·3 ·2 4· ·1 ●
20	O 2· 1·	4:3
21	·2	4·1 3·
22	'4· 3	·2
23	4· 3·	1· 2·
24	4· ·3 ·2 1·	
25	4· ·3 ·2	1·
26	4·	·3 ·2 ·1 ●
27	·4 1·	2· ·3
28	·4 2·	·1. 3·
29	·4 1·	2 3
30	3·	·4 ·1 2·

Fig. 2b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Ein anderer interessanter Doppelstern, ξ im Bootes, (Rekt. = $14^h\ 47^m$, Dekl. = + 19° 31′) ist 1780 von W. Herschel entdeckt worden. Der Hauptstern ist 4,7. Größe und von gelber Farbe und der Begleiter 6,6. Größe und prachtvoll purpurrot gefärbt. In den letzten 50 Jahren sind viele Versuche gemacht worden, eine Bahnbestimmung zu erzielen. So fand See 1895 eine Umlaufszeit von 128 Jahren, 1901 Comstock eine solche von 172 Jahren; 1902 berechnet Doberck 142 und 1905 Briesbroeck eine solche von 148 Jahren. In der Figur 1 (Seite 236) geben wir nach Burnham eine Ellipse wieder, welche alle genauen Beobachtungen von 1829 bis 1905 darstellt. Die Ellipse führt zu einer Umlaufszeit von etwa 175 Jahren. 1905 betrug der Positionswinkel 176° und die Distanz 2″,5; diese wird sich, wie wir aus der Figur erkennen können, in den nächsten Jahren nur wenig ändern.

Ein anderer Doppelstern δ im Bootes, muß eine sehr große Umlaufszeit haben, da sich die gegenseitige Stellung der Komponenten bisher nicht merkbar geändert hat. Die Distanz beträgt 105″ und der Positionswinkel 79°. Für kleinere Fernrohre ist dieser Doppelstern (Rekt. = $15^h\ 12^m$, Dekl. = + 33° 41′) bequem zu trennen. Der Hauptstern ist gelb, sein Begleiter blau. Dadurch, daß beide eine gemeinsame Eigenbewegung von 0″,14 haben, ist an ihrer Zusammengehörigkeit nicht zu zweifeln. Eine noch größere Eigenbewegung hat der Doppelstern ι im Bootes (Rekt. = $14^h\ 13^m$, Dekl. = 51° 49′), nämlich 0″,18. Der Hauptstern ist 4,9. Größe und von gelblicher Farbe, der Begleiter 7,5. Größe und weißlich gefärbt. Die von Struve 1836 angegebene Duplizität des Hauptsternes ist von keinem späteren Beobachter bestätigt worden. Auch in diesem Falle sind sowohl der Positionswinkel 33° wie die Distanz 38″ bisher unverändert geblieben, so daß nur die beobachtete gemeinsame Eigenbewegung auf einen physischen Zusammenhang hindeutet.

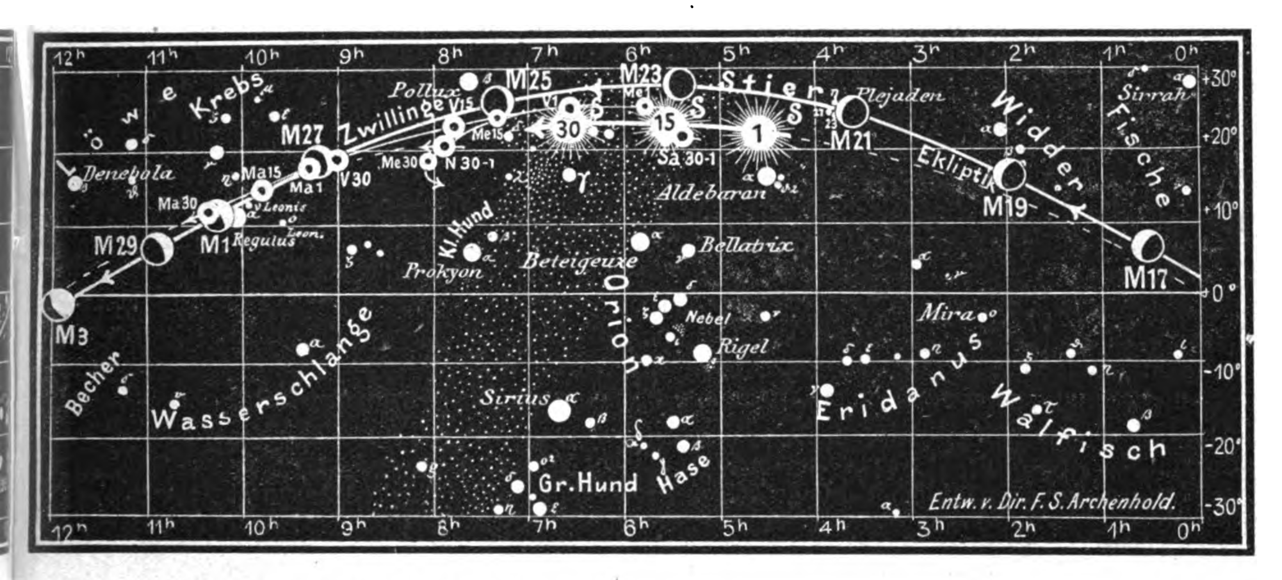
Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $4^1/_2{}^h$ bis $6^1/_2{}^h$) bietet jetzt dem aufmerksamen Beobachter häufig Gelegenheit, das Entstehen und Wiedervergehen großer Sonnenfleckengruppen verfolgen zu können. Die Zeichnungen, die ich Ende April mit dem großen Fernrohr von einer interessanten Gruppe gemacht habe, werden im nächsten Heft veröffentlicht. Sie geben den besten Beweis, das jetzt endlich das Sonnenfleckenminimum vorüber ist.



für den Monat Juni 1914

Fig. 2a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Juni 1	+ 21° 59′	3h 52m	8h 14m	59½°
- 15	+ 23° 18′	3h 45m	8h 27m	60¾°
- 30	+ 23° 13′	3h 49m	8h 30m	60¾°

Der Mond ist wieder für den 1. bis 29. Juni von 2 zu 2 Tagen in unsere Karten 2a und 2b eingezeichnet. Seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Erstes Viertel: Juni 1 3h nachm. Letztes Viertel: Juni 15 3¼h nachm.
Vollmond: - 8 6¼h morgens Neumond: - 23 4½h nachm.
Erstes Viertel: Juni 30 8¼h abends.

Es finden fünf Sternbedeckungen im Monat Juni statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Juni 13	δ Capricorni	2,8	21h 42m	— 16° 31′	1h 37m,2 nachts	124°	2h 13m,4 nachts	182°	Mondaufgang am 12. Juni 11h 51m
- 21	23 Tauri	4,2	3 41	+ 23 41	12h 58m,1 nachts	104	1h 40m,5 nachts	224	Mondaufgang 1h 29m nachts
- 21	η Tauri	3,0	3 42	+ 23 50	1h 24m,1 nachts	84	2h 13m,3 nachts	242	
- 21	27 Tauri	3,8	3 44	+ 23 47	2h 10m,1 nachts	129	2h 38m,7 nachts	196	
- 27	ν Leonis	5,2	9 54	+ 12 51	7h 53m,0 abends	142	8h 48m,0 abends	279	Monduntergang 10h 54m abends

Die Planeten

Merkur (Feld 5¾h bis 8h) ist in der ersten Hälfte des Monats auf kurze Zeit am nordwestlichen Abendhimmel sichtbar. Seine Entfernung nimmt von 172 auf 99 Millionen Kilometer ab, so daß sein scheinbarer Durchmesser von 5″,8 auf 10″,1 zunimmt. Er steht am 19. Juni in seiner größten östlichen Abweichung und am 25. in Konjunktion mit der jungen Mondsichel.

Venus (Feld 6½h bis 9h) wandert aus dem Sternbilde der Zwillinge in das des Krebses. Sie ist zuerst 1½ und zuletzt nur noch 5/4 Stunden lang am Abendhimmel zu sehen. Am 26. Juni steht sie in Konjunktion mit dem Monde. Am 1. d. M. ist sie 216,

am 30. nur noch 190 Millionen km von der Erde entfernt. Ihr Durchmesser nimmt von 11″,6 auf 13″,2 zu.

Mars (Feld $9^1/_4{}^h$ bis $10^1/_4{}^h$) ist zuerst noch $2^1/_4$ und zuletzt nur noch $^1/_2$ Stunde lang am Abendhimmel sichtbar. Seine Entfernung nimmt von 268 auf 300 Millionen km zu, sein Durchmesser von 5″,2 auf 4″,7 ab. Ende Juni verschwindet er bereits ganz in den Strahlen der Sonne. Am 23. tritt Mars in Konjunktion mit dem hellen Stern Regulus, er steht dann nur 46 Bogenminuten nördlich von demselben, so daß man beide zusammen in kleineren Fernrohren im Gesichtsfelde betrachten kann, wodurch sich eine gute Gelegenheit bietet, ihre Farbe mit einander zu vergleichen; beide sind von rötlicher Farbe.

Jupiter (Feld $21^3/_4{}^h$) ist zu Anfang des Monats 2 Stunden und am Ende bereits $3^1/_2$ Stunden lang am Morgenhimmel sichtbar. Seine Entfernung beträgt am 1. Juni 698 und am 30. Juni 640 Millionen km. Der Polardurchmesser nimmt von 39″,0 auf 42″,5 zu. Er steht am 13. Juni in Konjunktion mit dem Monde. Die Stellungen der Jupitermonde im Monat Juni geben wir auf Seite 237 wieder.

Zwischen Jupiter und Mars bewegen sich die kleinen Planeten, von denen bis zum Jahre 1845 nur 4 entdeckt waren. Im Jahre 1850 waren 13 bekannt und jetzt beträgt ihre Zahl 732, von denen seit 1900 allein 279 entdeckt worden sind.

Saturn (Feld $5^1/_2{}^h$) bleibt infolge seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar, seine Entfernung von der Erde beträgt 1495 Millionen km und sein Polardurchmesser 15″,4.

Uranus (Feld 21^h) ist am Ende des Monats am Morgenhimmel wieder 3 Stunden lang sichtbar. Seine Entfernung von der Erde beträgt Ende des Monats 2841 Millionen Kilometer.

Neptun (Feld 8^h) verschwindet am Ende des Monats in den Strahlen der Sonne, seine Entfernung von der Erde beträgt 4600 Millionen km.

Bemerkenswerte Konstellationen:

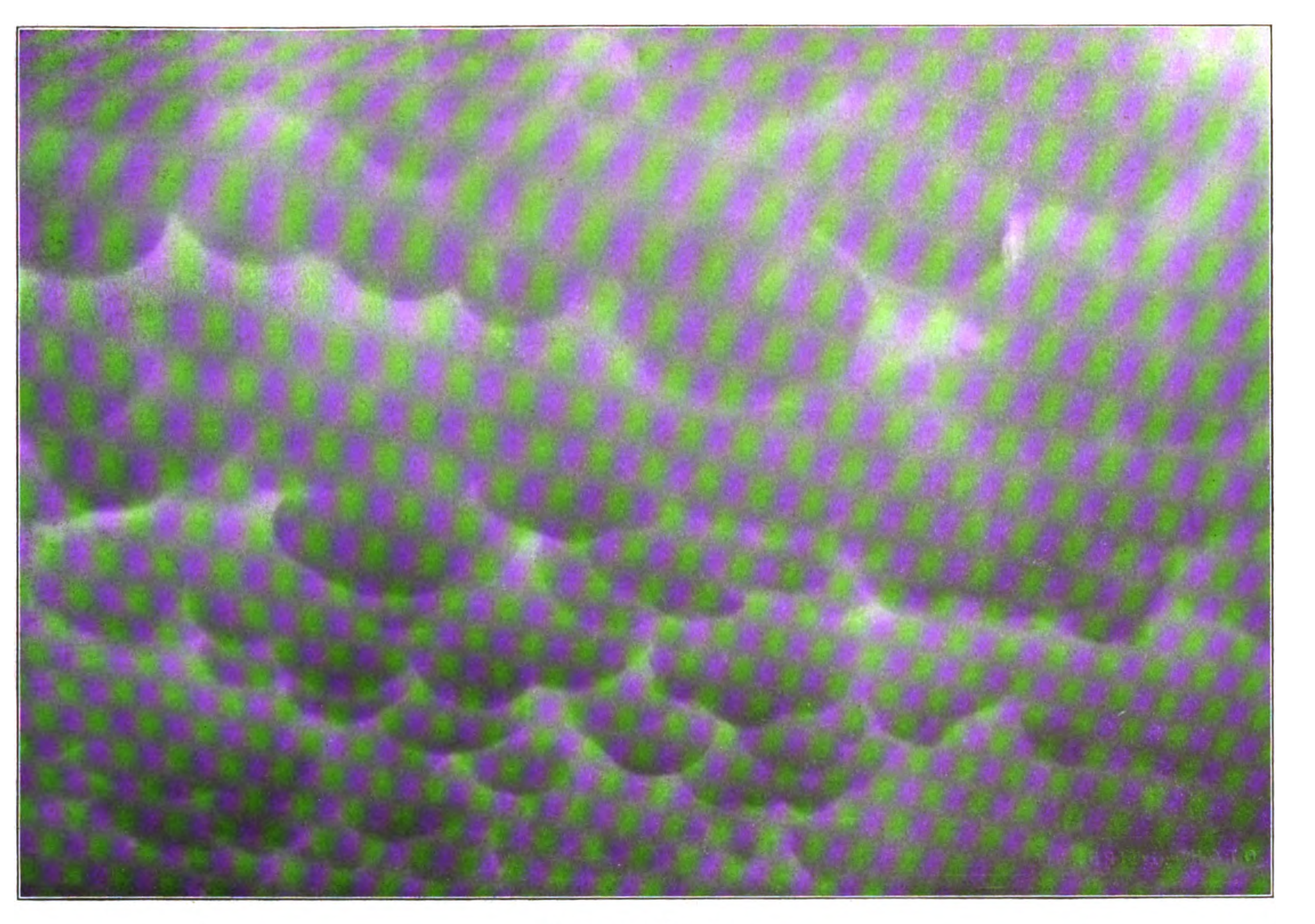
Juni 13 10^h nachts Jupiter in Konjunktion mit dem Monde.
- 19 9^h vorm. Merkur in größter östlicher Abweichung von der Sonne = 24°55′.
- 23 1^h nachts Saturn in Konjunktion mit dem Monde.
- 23 10^h vorm. Mars in Konjunktion mit Regulus. Mars 0°46′ nördlich vom Regulus.
- 25 2^h nachm. Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
- 26 10^h vorm. Venus in Konjunktion mit dem Monde.
- 28 5^h morgens Mars in Konjunktion mit mit dem Monde.

Bücherschau

William Thomson, Über die dynamische Theorie der Wärme. Ins Deutsche übertragen und herausgegeben von Dr. Walter Block. Oswalds Klassiker der exakten Wissenschaften Bd. 193. Leipzig 1914. 212 S. mit 6 Abb. Pr. gbd. M. 5,20

Die Herausgabe dieser Schrift eines der größten englischen Naturwissenschaftler, William Thomson, späteren Lord Kelvin, verfolgt den Zweck, in jener bekannten Sammlung die grundlegenden Arbeiten für die heutige nicht nur theoretisch sondern auch praktisch wichtige mechanische Wärmetheorie zu vervollständigen, in der bereits Abhandlungen von Carnot, J. R. Mayer, Helmholtz und Clausius vorliegen. Diese Neuausgabe bringt eine vollständige Abhandlungsreihe, die mit dem Jahre 1852 beginnt und 1877 endet. Sie enthält nicht nur die grundlegenden Betrachtungen über die sogenannten beiden Hauptsätze der Thermodynamik — wobei noch besonders auf die hierin enthaltene Definition einer absoluten Temperaturskala hingewiesen sei, die gerade jetzt wieder zu großer Wichtigkeit gelangt —, sondern auch eine vollständige Behandlung der thermoelektrischen Erscheinungen sowie der thermoelektrischen, thermomagnetischen und pyroelektrischen Vorgänge. Zur Erleichterung der Lektion dieser nicht ganz leicht verständlichen Schrift, und zur Herstellung der Verbindung mit den zeitgenössischen Arbeiten und den neueren Fortschritten wurde von mir eine größere Anzahl Anmerkungen beigefügt. Block

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



Mammato Cumulus
Aufgenommen am Observatorium in Sidney

Aus „Hann, Lehrbuch der Meteorologie“ 3. Aufl.

INHALT

Die Wolkenformen und ihre Klassifizierung[1])

Von Prof. Dr. Julius Hann

(Mit einer Beilage)

Nebel und Wolken sind nichts Verschiedenartiges. Nebel ist eine Wolke in der Nähe gesehen, Wolke ein Nebel von unten oder aus größerer Entfernung beobachtet. Die Wolken wie die Nebel bestehen gleicherweise aus feinen Wassertröpfchen von durchschnittlich 0,02 mm Durchmesser oder aus feinen Eiskristallen. Es gibt Wasserwolken und Eiswolken, wie es Wassernebel und Eisnebel gibt.

Nebel wie Wolken entstehen durch die Abkühlung wasserdampfhaltiger Luft unter den Taupunkt. Der Nebel über dem Lande rührt zumeist von nächtlicher Wärmeausstrahlung des Bodens und dadurch bedingter Abkühlung der auflagernden Luft her; über Wasserflächen umgekehrt zumeist von einem Temperaturüberschuß des Wassers gegenüber der auflagernden Luft. Die Bildung einer Nebelschicht über ebenem Gelände ist, wie Elias durch Drachenaufstiege gezeigt hat, stets mit starken vertikalen Unterschieden der Windgeschwindigkeit verbunden. Die Ursache der Kondensation des Wasserdampfes findet sich an der Erdoberfläche selbst, es entwickeln sich dadurch dem Boden auflagernde oder in geringer Höhe über demselben schwebende Wolkenschichten. Die Nebel- oder Wolkenbildung in den höheren Luftschichten dagegen hat ihre Ursache zumeist in der aufsteigenden Bewegung feuchter Luft, also in einer dynamischen Abkühlung, vor allem entstehen alle mächtigeren massigeren Wolkenbildungen auf diese Weise. Hier vermag man allerdings einen kleinen Unterschied zwischen den Bodennebeln und derartigen Wolkenbildungen, abgesehen von ihren Formunterschieden, aufzustellen. Die erste Niederschlagsform besteht ziemlich konstant aus denselben Nebelteilchen, die sich vermehren oder vermindern, je nachdem der Nebel dichter wird oder sich wieder auflöst, die sich aber doch in einem gewissen Ruhezustande befinden. Nebelbildung setzt zumeist Windstille in den unteren Bodenschichten voraus. Anders die Wolken in einer aufsteigenden Luftmasse, namentlich jene Wolken, die einer gezwungenen aufsteigenden Bewegung der Luft an Bergwänden und Gipfeln ihre Entstehung verdanken. Diese bestehen stets aus anderen Wolkenteilchen, die sich an einer bestimmten Stelle im Luftstrome immer neu bilden, außerhalb dieser Stelle aber wieder in unsichtbaren Wasserdampf übergehen. Auf diese Wolken paßt Doves Ausspruch: „Eine

[1]) Mit freundlicher Erlaubnis des Verlages Chr. Herm. Tauchnitz in Leipzig entnehmen wir dieses seiner Anmerkungen und Noten beraubte Kapitel dem großen jetzt in 3. Auflage erscheinenden „Lehrbuche der Meteorologie", auf das wir später noch ausführlicher zurückkommen werden, wenn es fertig vorliegen wird. D. R.



Wolke ist nichts Fertiges, sie ist kein Produkt, sondern ein Prozeß, sie besteht nur, indem sie entsteht und vergeht. Niemand wird die weiße Schaumstelle in einem hellen Gebirgsbach von der Höhe gesehen für etwas Festes, auf dem Boden Liegendes halten. Und ist die Wolke, die den Gipfel des Berges umhüllt, etwas anderes? Der Stein ist der Berg, der Bach die Luft, der Schaum die Wolke".

Den mit der Gebirgsnatur vertrauten Wanderer, sagt E. Schmid, verwundert es nicht, in einer Wolke, die auf der Berghöhe zu ruhen scheint, dieselbe Bewegung wie in der übrigen Atmosphäre wiederzufinden, je dichter die Wolke aussah, desto lebhafteres Nebeltreiben erwartet er.

Im allgemeinen bezeichnet eine Wolke nur eine Stelle in der Atmosphäre, wo der Wasserdampf durch Abkühlung die flüssige oder feste Form annimmt, eine Kondensationsstelle. Sie ist aber nicht als ein fertiges Gebilde anzusehen, das stets aus denselben Teilchen besteht. Eine Wolke ist, selbst wenn sie mit dem Winde zieht, d. h. im Luftstrom wie ein fester Gegenstand schwimmt, stets in Veränderung, in Umbildung, Neubildung oder teilweiser Auflösung begriffen. Daß die Kondensation des Wasserdampfes im Luftraum zumeist so lokalisiert auftritt und die Wolken zumeist so scharfe Umrisse haben, hat, von den Haufenwolken abgesehen, stets Verwunderung erregt, auch ein so scharfsinniger Naturforscher, wie Otto Volger, hat diesen Gedanken ausgesprochen. Beobachtet man den Himmel kurz vor der Cumulusbildung an einem ruhigen Vormittag, so bemerkt man häufig große Teile des Himmels mit einem ganz leichten Hauch (Wasserdunstwolken) bedeckt; sobald der Dunst an einer Stelle stärker wird — meist wohl infolge ungleichförmiger Bodenerwärmung — und als Cumulus zu steigen beginnt, verschwindet der Hauch in weitem Umkreis, weil Luft unter die Wolke strömt.

Das Schweben der Wolken, das man früher nicht anders erklären zu können glaubte, als durch die Annahme, die Wolken beständen aus Wasserbläschen, erklärt sich erstlich durch das außerordentlich langsame Fallen des feinen Wasserstaubes (oder gar der Eisnadeln), aus dem die Wolke besteht, zweitens durch die nur scheinbare Beständigkeit der Wolke und der Wolkenbestandteile, von der eben die Rede war, und noch drittens dadurch, daß die meisten und massigsten Wolken einer aufsteigenden Luftbewegung ihre Entstehung verdanken, und die Wolkenteilchen deshalb von derselben getragen, ja in die Höhe geführt werden. Um Wassertröpfchen von ca. 0,02 mm Durchmesser schwebend zu erhalten, genügt eine aufsteigende Bewegung der Luft von etwa 4 cm Geschwindigkeit pro Sekunde, also eine ganz unmerkliche vertikale Geschwindigkeitskomponente des Windes.

Unterscheidung der Wolken nach ihren Formen

Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Wolkenformen, der Veränderlichkeit und fast steten Umbildung derselben, ist es begreiflich, daß man erst in neuerer Zeit dazu gelangte, sich über einige Haupttypen derselben und deren Bezeichnung zu einigen und für dieselben feste Benennungen einzuführen. Der erste, der das versucht hat, soll der bekannte französische Naturforscher Lamarck gewesen sein, dessen „Wolkenspezies" aber keine Beachtung gefunden haben. Um so größere Bedeutung hat der spätere Versuch von Luke Howard (geb. zu London 1772) erlangt; alle späteren Bemühungen, zu einer schärferen Unterscheidung der Wolkenformen und einer einheitlichen Benennung derselben zu gelangen, knüpfen an Howards Terminologie an. Er hat bei der

Unterscheidung der wesentlichsten Wolkenbildungen und der Wahl der (lateinischen) Namen derselben einen so glücklichen Griff getan, daß sie noch heute Geltung behalten haben. Dabei hat es sich gezeigt, daß seinen drei Haupttypen der Wolkenformen auch eine genetische und physikalische Bedeutung zukommt.

Luke Howard hat drei Hauptformen von Wolken aufgestellt: 1. die Federwolke oder der Cirrus, leichte weiße fadenförmige oder faserige Wolken, 2. die Haufenwolke oder der Cumulus, dunkle dichte Wolken von oben abgerundeten Formen, 3. die Schichtwolke oder der Stratus. Indem diese drei Haupttypen ineinander übergehen und sich verbinden, entstehen die abgeleiteten Formen: Cirro-Stratus, Cirro-Cumulus, Cumulo-Stratus und Nimbus (dunkles Wolkengemenge, aus welchem Regen fällt). Die Cirrusformen sind im allgemeinen Eiswolken, die Cumulusformen Wasserwolken, die Stratusformen das eine oder andere je nach Höhe und Jahreszeit.

Mit großem Scharfblick hat Howard mit seinen Wolkentypen auch die wesentlichsten Entstehungsarten der Wolken charakterisiert, wie aus dem folgenden hervorgehen wird.

Die Fortschritte der Meteorologie in den letzten Jahrzehnten haben es wünschenswert gemacht, eine etwas größere Zahl Wolkentypen aufzustellen und sich über die Feststellung derselben und ihre Benennung zu einigen. Es ist hauptsächlich das Verdienst von H. Hildebrandsson (in Upsala) und R. Abercromby, daß eine internationale Vereinbarung in dieser Hinsicht zustande gekommen ist und ein internationaler Atlas mit möglichst getreuen Abbildungen der typischen Wolkenformen erscheinen konnte.

Die zehn Wolkentypen, über deren Aufstellung ein internationales Übereinkommen getroffen worden ist, werden jetzt folgendermaßen definiert:

Definition und Beschreibung der Wolkenformen

1. Cirrus (Ci). Vereinzelte zarte Wolken von faserigem Gewebe, in Form von Federn, im allgemeinen von weißer Farbe. Die Cirren erscheinen in den verschiedensten Formen, bald als vereinzelte Büschel, bald als Fäden, die sich strichförmig am blauen Himmel hinziehen oder sich federförmig verzweigen oder umbiegen und in Büscheln enden, manchmal Cirrus Uncinus genannt, usw.; oft sind sie in Streifen angeordnet, die einen Teil des Himmels in Bögen größter Kreise durchsetzen und im perspektivischen Bilde gegen einen oder auch zwei einander gegenüberliegende Punkte des Horizonts konvergieren (an der Bildung dieser „Polarbanden" sind oft die Ci-St und Ci-Cu beteiligt).

2. Cirro-Stratus (Ci-St). Feiner weißlicher Schleier, der sich bald vollständig ausbreitet und dem ganzen Himmel ein weißliches Aussehen gibt (alsdann Cirro nebula genannt), bald mehr oder minder deutlich die Struktur eines verworrenen Filzes von Fäden zeigt. Der Schleier gibt häufig Anlaß zur Bildung von Ringen um Sonne und Mond.

3. Cirro-Cumulus (Ci-Cu), Schäfchen-Wolken. Kleine zusammengeballte oder flockenförmige Massen, weiß, schattenlos oder mit nur sehr schwachem Schatten, angeordnet in Gruppen und oft in Reihen.

4. Alto-Stratus (A-St). Dichter Schleier von grauer oder bläulicher Farbe, der bald von einer kompakten dunkelgrauen Masse faseriger Struktur gebildet wird, bald geringere Mächtigkeit besitzt und einem dichten Ci-St gleicht, durch den die Sonne oder der Mond undeutlich in trübem Licht erscheinen wie



durch ein mattes Glas. Diese Wolkenform zeigt alle Übergänge zum Ci-St; nach den angestellten Messungen ist jedoch ihre Höhe nur halb so groß.

5. Alto-Cumulus (A-Cu), grobe Schäfchen-Wolken. Dickere Ballen, weiß oder blaßgrau, mit schattigen Teilen, in Gruppen oder in Reihen geordnet und oft so zusammengedrängt, daß ihre Ränder sich berühren. Die einzelnen Ballen sind im allgemeinen in der Mitte der Gruppe dicker und massiger und nähern sich dort dem St-Cu; ihre Mächtigkeit wechselt jedoch sehr und ist manchmal so gering, daß sie die Form feiner, dünner Schichten von ziemlich großer Ausdehnung und fast ohne schattige Teile haben. Am Rande der Gruppen bilden sie gewöhnlich feinere Flocken (die sich den Ci-Cu nähern). Oftmals erscheinen sie nach einer oder zwei Richtungen hin reihenförmig geordnet.

6. Strato-Cumulus (St-Cu). Dicke Ballen oder dunkle Wolkenwülste, die häufig den ganzen Himmel bedecken, namentlich im Winter. Im allgemeinen haben die St-Cu das Aussehen einer grauen Masse, die in mehr oder weniger unregelmäßige Stücke zerteilt ist. Die Ränder derselben werden oft von kleineren Ballen gebildet und nehmen bisweilen die Form von Schäfchenwolken an, so daß sie den A-Cu ähneln. Manchmal haben sie auch das charakteristische Aussehen von großen Wülsten, die parallel dicht aneinander gereiht sind. Diese in ihrer Mitte dunkelfarbigen Wülste lassen zwischen sich hellere Stellen, durch die oft das Blau des Himmels durchscheint („Roll-Cumulus" in England, „Wulst-Cumulus" in Deutschland). Sie unterscheiden sich vom Nimbus durch ihr ballen- oder walzenförmiges Aussehen und auch darin, daß sie keinen Regen herbeizuführen pflegen.

7. Nimbus (Nb), Regenwolken. Eine dicke Schicht dunkler, formloser Wolken mit zerfetzten Rändern, aus der im allgemeinen andauernd Regen oder Schnee fällt. In den Lücken, welche diese Wolken zeigen können, bemerkt man fast immer über ihnen eine Schicht Cirro-Stratus oder Alto-Stratus. Wenn die Nimbus-Schicht in kleine Fetzen zerreißt oder wenn man unter einem dicken Nimbusgewölk sehr niedrige kleine Wolken dahineilen sieht, kann man diese als Fracto-Nimbus (Fr-Nb) („Scud" der Seeleute) bezeichnen.

8. Cumulus (Cu), Haufenwolken. Dicke Wolken, deren Gipfel die Form einer Kuppel hat und mit Ansätzen umsäumt ist, während die Grundfläche wagrecht ist. Diese Wolken scheinen sich am Tage infolge aufsteigender Luftströme zu bilden und lassen sich sehr häufig beobachten. Wenn die Wolke der Sonne gegenübersteht, leuchten die Flächen, welche sich dem Beobachter senkrecht darbieten, heller als der Rand mit den seitlichen Umsäumungen. Wenn die Belichtung von der Seite kommt, wie es gewöhnlich der Fall ist, sind diese Wolken von tiefen Schatten durchzogen. Befinden sie sich dagegen auf der Seite der Sonne, so erscheinen sie dunkel mit heller Umrandung.

Der eigentliche Cumulus ist oben und unten scharf begrenzt. Man beobachtet aber auch dem Cumulus ähnliche Wolken, die durch heftige Winde zerrissen sind und deren einzelne Teile dann ununterbrochene Veränderungen darbieten. Man bezeichnet diese mit dem Namen Fracto-Cumulus (Fr-Cu).

9. Cumulo-Nimbus (Cu-Nb), Gewitterwolken, Platzregenwolken. Gewaltige Wolkenmassen, die sich in Form von Bergen, Türmen oder Ambossen erheben, im allgemeinen oben begleitet von einem Schleier oder Schirm aus faserigem Gewebe (falscher Cirrus) und unten von nimbusartigen Wolkenmassen. Aus ihrer untern Schicht gehen gewöhnlich lokale Regen- oder Schneeschauer nieder (zuweilen auch Hagel- oder Graupelschauer). Die oberen Ränder

haben bald kompakte Cumulusform und bilden mächtige Köpfe, um welche zarte „falsche Cirren" schweben, bald fasern die Ränder selbst in cirrusartige Fäden aus. Letztgenannte Form ist namentlich bei „Frühjahrsböen" gewöhnlich.

Die Front weit ausgedehnter Gewitterwolken zeigt sich zuweilen in der Form eines großen Bogens, der sich über einen Teil des gleichmäßig helleren Himmels ausbreitet.

10. Stratus (St). Gleichförmige Wolkenschicht, ähnlich einem Nebel, der jedoch nicht auf dem Erdboden aufliegt. Wenn diese Schicht, die stets sehr niedrig schwebt, durch den Wind oder die Berggipfel in unregelmäßige Fetzen zerrissen wird, kann man sie mit dem Namen „Fracto-Stratus" (Fr-St) bezeichnen.

Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Wolkenformen, deren viele sich häufig auch zugleich am Himmel zeigen, und bei den vielen Übergängen der Formen ineinander wird man nicht erwarten dürfen, in jedem gegebenen Falle die beobachteten Wolken mit Sicherheit in eine der obigen Typen einreihen zu können.

Den Prinzipien, die der internationalen Klassifikation der Wolken zugrunde liegen, hat H. Hildebrandsson in folgenden Worten einen kurzen klaren Ausdruck gegeben:

Die internationale Klassifikation ist sehr einfach. In der Sitzung des permanenten Meteorologischen Komitees 1885 (Paris) wurde von Clement Ley, Brito Capello und mir vorgeschlagen, daß man bei gewöhnlichen Wolkenbeobachtungen nur hohe und niedrige Wolken unterscheiden sollte. Es zeigte sich aber sofort, daß zwei Etagen nicht genügen; Abercromby und ich haben daher drei vorgeschlagen und in jeder Etage geballte und geschichtete Formen getrennt. So erhielten wir außer den reinen Cirri:

Hohe Wolken: Cirro-Stratus und Cirro-Cumulus;
Mittelhohe Wolken: Stratus und Alto Cumulus;
Niedrige Wolken: Nimbus und Strato-Cumulus.

Diese Formen treten bei den großen allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre auf.

Daneben haben wir die sozusagen mehr lokalen Wolkenformen ausgeschieden: 1. Die im aufsteigenden Luftstrom gebildeten Cumuli, die sich zuweilen zu Cumulo-Nimbi auftürmen und Regenschauer und Gewitter bringen, und 2. die Ausfüllungen in den niedrigsten Schichten oder alle Formen von Nebelwolken und Stratus.

Über die Namen kann man streiten (sie sind den schon so verbreiteten und eingebürgerten Howardschen Bezeichnungen nachgebildet), aber die Formen muß man zugeben. Die Etagen sind in der Natur nicht durch Zwischenräume voneinander geschieden, im Gegenteile gehen sie allmählich ineinander über. Desgleichen gibt es zahlreiche Übergänge zwischen geballten und geschichteten Formen. Man muß aber stets, wie Goethe von der Klassifikation Howards sagt, „die Unterschiede fest im Auge behalten und sich nicht irre machen lassen, wenn gewisse schwankende Erscheinungen vorkommen, man übe sich vielmehr, dieselben auf die Hauptrubriken zurückzuführen". Man beachte auch, was Hildebrandsson vorher sagt über Nimbus- und Stratusformen.

Besondere Wolkenformen

In den letzten Jahren sind wiederum eine große Menge neuer Wolkenbezeichnungen und Untergruppen vorgeschlagen worden. J. Vincent unterscheidet z. B. 7 verschiedene Arten von Cu- und 9 A-Cu-Formen. Zur Definition eines besonderen Witterungscharakters oder zur Beschreibung von Wolkenveränderungen kann eine weitergehende Klassifikation zuweilen von Nutzen sein, jedoch sollte dabei stets die Hauptform gemäß den internationalen Beschlüssen bezeichnet werden. Einige solche Nebenformen mögen hier erwähnt werden.

1. Wogenwolken (zur Bezeichnung empfiehlt sich „und." — undulatus — neben der Hauptform) und wogenartige Gebilde. Da sich Wolken mit Vorliebe an der Grenze zweier Luftschichten verschiedener Dichte bilden, so ist die Bedingung zu symmetrischer reihenförmiger Anordnung häufig gegeben. Überziehen solche Streifen den größten Teil des Himmels und konvergieren sie scheinbar nach dem Horizont, so gebraucht man bei Ci und Ci-St dafür den Namen Polarbanden, während man bei mittleren und unteren Wolken nur die Himmelsrichtung der Konvergenzpunkte hinter der Bezeichnung „Radiation" einträgt. Da die Lage der Radiationspunkte meist zu benachbarten Depressionen in Beziehung steht, so kann die Beobachtung ihrer Lagenänderung von praktischer Bedeutung sein.

Echte Wogenbildungen treten am häufigsten in der Region der Ci-Cu und A-Cu auf, kommen aber in allen Höhenlagen vor, sowohl im Bodennebel wie in den höchsten Ci. Je höher die Wolken, desto vergänglicher sind sie im allgemeinen. Die Wolken entsprechen hierbei den Wellenbergen, die Lücken den Tälern; im Gegensatz zu Wasserwellen sind hier die Berge breit und die Täler schmal. Die Querrippelung ist eine häufige Begleiterscheinung; meist wird es sich hierbei um Woikenfäden handeln, die durch den Wind ausgezogen sind; zuweilen ist jedoch noch ein zweites, nahezu rechtwinklig zum ersten verlaufendes Wellensystem zu erkennen. Auch Wolken des aufsteigenden Stromes nehmen vielfach Wogenform an; wegen der breiten Grundfläche der Cu ist diese Erscheinung vom Erdboden aus seltener zu sehen als von oben.

2. Linsenförmige Wolken (Ci-Cu, A-Cu oder A-St lenticularis, auch margarodes genannt, Föhnwolken, Hinderniswolken, Abschmelzungswolken) sind gleichfalls dünne Schichtwolken, aber von linsen- oder eiförmiger Gestalt, die nach den seitlichen Rändern häufig zu scharfen Spitzen auslaufen, so daß sie wie abgeschmolzen aussehen. Sie bilden sich vornehmlich aus bei Wetterlagen mit abwärts gerichteten Luftströmen, welche die Wolkendecke gewissermaßen „auflösen". Ein Abart davon sind anscheinend die Ci-Cu oder A-Cu mit konkaven Lücken (nuages lacunaires nach Vincent, negative Ci-Cu nach Sprung). Da die Luftströme meist unter sehr kleinem Winkel in die Wolkendecke einfallen, ist die Lenticularis-Form die weit häufigere, besonders in Gebirgen, wo sie sich auch als Wolkenfahne an die Berggipfel scheinbar festsetzt, tatsächlich aber ständig umgebildet wird.

3. Wolkenkappen und „falsche" Cirren. Über großen Haufenwolken und an deren Rändern bilden sich häufig zarte von der Umgebung sich außer durch ihre äußere Form auch durch die glänzendere weiße Farbe sich abhebende Streifen, deren Ränder zuweilen kappenförmig nach unten geneigt sind. Es entsteht so die Gestalt eines Wolkenkragens. Ähnlich wie A-Cu, mit denen diese Wolken auch genetisch eng verbunden sind, sind

sie manchmal in verschiedenen Schichten übereinander vorhanden. Von den Lenticularis-Formeln sind sie bisweilen äußerlich nur durch das gleichzeitige Vorhandensein von Haufenwolken zu unterscheiden; sie sind charakteristisch für Wetterlagen, bei denen die regenbringenden Vorgänge noch in Verstärkung begriffen sind. Die zarten Ränder an linsen- oder kappenförmigen Wolken glänzen häufig in lebhaften Farben (irisierende Wolken), bei denen rot und grün vorherrschen; das Irisieren entsteht offenbar durch Beugung nach Art der Farben dünner Blättchen.

Der Art nach von den Kappen wesentlich verschieden sind die sogen. „falschen" Cirren, die aus Böen- oder Gewitterwolken als dünne Wolkenschleier mit cirrusartig zerzausten Rändern ausströmen und dabei eine amboß- oder schirmförmige Gestalt annehmen. Über die Unterscheidung von Wolkenkappen und „falschen" Ci vgl. de Quervain (Met. Z. 1908. S. 442); die neuere Auffassung weicht also hier von der Definition des internationalen Wolkenatlas ab.

4. Alto-Cumulus castellatus und dynamischer Cumulus. In der A-Cu-Region bilden sich in der wärmeren Jahreszeit Wolken des aufsteigenden Luftstromes, von denen die sogen. Castellatusformen die auffallendsten sind. Zuerst durch Cl. Ley, der sie als seinen Darling (Liebling) bezeichnete, allgemeiner bekannt geworden, werden sie jetzt als Vorboten von Gewittern mehr beachtet. Es sind flache Wolkenschichten in rund 4 km Höhe, aus denen eine Reihe von kleinen Cu-Türmchen steil herauswachsen; im Gegensatz zu den unteren Haufenwolken sind sie von der Tageszeit unabhängig und zeigen sich mitunter schon vor Sonnenaufgang; in der Regel haben sie auch nur kurze Lebensdauer. Wegen ihrer zierlichen Form sind sie am besten zu beobachten, wenn sie nicht sehr hoch über dem Horizont stehen. Meist verschwinden sie wieder, lange bevor die eigentlichen Gewitterwolken heraufziehen, seltener bilden sie sich in eine größere Wolkenform um, die als „dynamischer" Cumulus bezeichnet ist, da ihre Bildung von der direkt vom Boden aufsteigenden warmen Luftmasse (Wärme-Cumulus) unabhängig ist. Diese beiden Arten von Cumuluswolken sind bei kurzem Hinschauen nicht immer mit Sicherheit voneinander zu unterscheiden. Wenn auch der typische Wärme-Cumulus durch eine scharf abgegrenzte Basis und sanft abgerundete Kuppen von dem dynamischen Cumulus mit unbestimmter, in Dunst verschwimmender unterer Abgrenzung und steil ansteigenden, stellenweise überhängenden Flanken wesentlich verschieden ist, so kommen doch auch viele Uebergangsformen vor. Die Definition wird sicherer, wenn man die Wolken einige Zeit beobachten kann; die dynamischen Cumuli verraten sich dann dadurch, daß sie ziemlich schnell zerfallen oder in Schichtwolken übergehen. Eine einwandsfreie Feststellung ist möglich, wenn man die Höhenlage der Wolke kennt, die sich ja gerade bei diesen Formen häufig schon durch Bestimmung der Geschwindigkeit des Wolkenschattens ermöglichen läßt. Stimmt die Höhe bis auf ungefähr 100 m mit der aus der Temperatur und Feuchtigkeit unten berechneten Höhe des Kondensationsstadiums der Atmosphäre überein, so handelt es sich um einen Wärme-Cumulus.

5. Mammato-Cumulus ist eine seltnere Form, bei welcher die halbkugeligen Hervorragungen aus der Wolkendecke nach unten gekehrt sind; meist sind es Cu-Nb- St-Cu oder A-St, die solche sackartig herabhängenden Ansätze an ihrer Unterfläche zeigen (siehe unsere Beilage, die eine photographische Aufnahme dieser seltenen Wolkenform aus Sidney wiedergibt). Im Sommer findet man sie besonders auf der Rückseite von Gewittern sowie

bei sich auflösenden oder nicht zum Ausbruch gelangenden Gewittern; im Winter kommen sie — wenigstens andeutungsweise — verhältnismäßig häufig bei antizyklonalem Wetter bei sonst gleichmäßiger Wolkendecke vor. Abercromby erklärt die Bildung dadurch, daß die aufsteigende Luftbewegung, welche einen Niederschlag mit unten horizontaler Basis und kugeligen Hervorragungen oben erzeugt hat (also einen Cumulus), plötzlich aufhört. Die Wolkenteilchen beginnen zu fallen und bilden nun den umgekehrten Cumulus. Nach A. Wegener zeigen sich Mammato-Cu dann, wenn nicht der Gipfel, sondern die Wolkenbasis gerade mit einer Inversionsschicht der Temperatur zusammenfällt; alsdann wird nicht nur die untere Wolkenschicht kondensieren, sondern gerade die darüberliegende. Gute Beschreibungen dieser Formen hat H. Osthoff geliefert, wobei u. a. die kurze Dauer der Erscheinung betont wird.

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré

Von Dr. Wilhelm Ebert

(Fortsetzung)

2. Kritik und Verbesserung der Laplaceschen Theorie

Laplaces Theorie war schon damals, als ihr die bekannten astronomischen Tatsachen noch nicht zu widersprechen schienen, aus physikalischen Gründen unhaltbar. Noch viel weniger aber jetzt, da neue Beobachtungen und Entdeckungen hinzugetreten sind, die nicht mehr zu Laplaces Voraussetzungen passen. Dennoch versucht Poincaré, die Laplacesche Anschauungsweise in umfangreichen Darlegungen (Seite 7 bis 66) zu retten, die wir hier im Auszuge folgen lassen.

Zunächst folgt aus den Rechnungen von M. Fouché (Comptes rendus de l'Académie des Sciences vom 24. November 1884 Bd. 99 S. 903), daß das Drehungsmoment des Sonnensystems, welches für alle Zeiten konstant sein muß — sofern nicht von außen neue Anstöße oder Hemmungen hinzutreten —, fast ausschließlich durch den Umlauf der Planeten bestimmt wird. Der von der Drehung der Sonne herrührende Betrag macht nur $^1/_{30}$ des ganzen aus; was von den Drehungen der Planeten um die eigenen Achsen kommt, ist ganz zu vernachlässigen. Nimmt man an, daß die Sonne, als sich Neptun bildete, gleichförmig über den ganzen Raum ausgebreitet war, so wäre das Drehungsmoment damals 600 mal größer gewesen, als es tatsächlich ist. Schon als sich Neptun bildete, muß also eine starke zentrale Verdichtung vorhanden gewesen sein.

M. Fouché findet ferner, daß zur Zeit der Bildung des Neptun die gesamte Atmosphäre der Sonne kleiner war als 0,00166 der Sonnenmasse, d. h. kaum größer als die vereinigte Masse sämtlicher Planeten. Poincaré stellt dann nach Roche[1]) die Gleichgewichtsfigur einer schweren Masse C auf, die von einer sehr dünnen Atmosphäre[2]) umgeben ist. Dieselbe ist, wie zu erwarten, eine abgeplattete Rotationsfigur, zu beiden Seiten des Äquators symmetrisch, aber mit einer Kante längs derselben. Im Meridianschnitt (siehe Fig. 1) sind die Punkte A und A' Doppelpunkte derselben Kurve.

---

[1]) Roche, Essai sur la constitution et l'origine du système solaire

[2]) Demnach wären die Sterne mit einer Nebelkorona in dem Stadium, das dem jetzigen der Sonne vorausgeht

Wenn sich nun die Drehung der Sonne C infolge zunehmender Abkühlung und Zusammenziehung immer mehr steigert, so spalten sich bei A und A' Teilchen ab, die in der Ebene des Äquators $A\ A'$, aber außerhalb der Gashülle $A\ P\ A'\ P'$ verbleiben. Aber eine solche zentrale Abkühlung wird nicht immer unmittelbar eine Ringbildung zur Folge haben. Zunächst wird sich die Umdrehungsgeschwindigkeit des Kerns vermehren, während die der äußeren Grenze der Atmosphäre $A'\ P\ A\ P'$ noch längere Zeit dieselbe bleiben wird, bis die Reibung dieser Peripherie die Drehungsgeschwindigkeit des Kerns C (der Sonne) übermittelt hat.

Wenn sich der äquatoriale Ring bildet, steigt ein Teil des überflüssigen atmosphärischen Fluidums von den Polen zum Äquator herab und legt die neue Schicht $A_1\ P_1\ A_1'\ P_1'$ frei, die sich schnell abkühlen wird. Also nach Abspaltung eines Ringes tritt eine Abkühlungsperiode ein, die solange dauert, bis die Abkühlung den zentralen Teil C erreicht hat, worauf der ganze Mechanismus wieder von vorn zu funktionieren anfangen kann. Die Teilchen, die sich in der Nähe des Äquators befanden, werden zur Bildung des Ringes beitragen. Aber diejenigen überflüssigen Teilchen, welche von den Polen zum Äquator hinab-

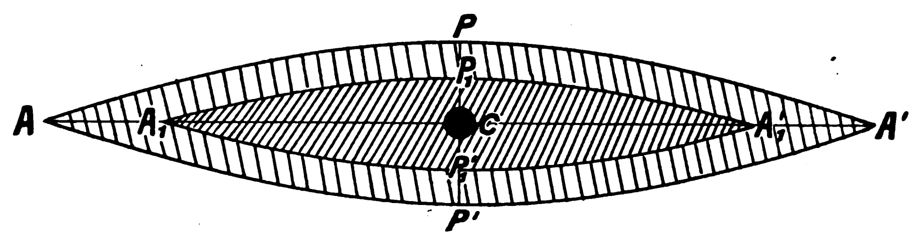


Fig. 1. Die Poincarésche Gleichgewichtsfigur einer schweren Masse (C), die von einer sehr dünnen Atmosphäre umgeben ist — als Durchschnitt durch den rotierenden Laplaceschen Gasnebel dargestellt

steigen, indem sie auf der frei werdenden Fläche $A_1\ P_1\ A_1'\ P_1'$ wandern, besitzen eine umso kleinere Anfangsgeschwindigkeit, je näher sie den Polen waren. Sie haben also am Äquator nicht die nötige Geschwindigkeit um einen Kreis zu beschreiben, sondern eine zu geringe. Jedes Teilchen wird also tangential zum Äquator (Ebene der Figur 2) laufen und eine Ellipse $A_1'\ \pi$ um C beschreiben, die umso exzentrischer wird, je geringer seine Anfangsgeschwindigkeit ist. Nicht alle Teilchen haben dieselbe Geschwindigkeit und so entsteht in der Ebene des Äquators eine ganze Reihe Ellipsen. Durch Zusammenstöße wird sich schließlich eine einzige kreisförmige Bewegung ausbilden. So entsteht nach Roche ein Ring innerhalb der Sonne oder ein innerer Ring. Diese Teilchen erwärmen sich an dem Zentrum C, d. h. kühlen es weiter ab.

Hiermit verläßt Roche wegen einiger Satelliten die ursprüngliche Laplacesche Anschauung, nach der der Nebel ganz gasförmig war, weil sich dann der Ring durch Mischung mit dem Reste der Atmosphäre vermischen müßte. Man muß also annehmen, daß dieser innere Ring aus Meteorstäubchen besteht, welche in den Gasen des Nebels suspendiert waren.

Wenn sich der äußere äquatoriale Ring, von dem wir oben gesprochen haben, ablöst, ist er zunächst stabil. Kühlt er sich aber ab — und das geschieht ja bereits sofort nach seiner Bildung —, so wird er dichter und dies bedingt mit der Reibung der Schichten seinen Zusammenbruch. Es bilden sich einzelne Gaskugeln, die sich um die Sonne bewegen, und sich

leicht vereinigen können, wenn die Abstände ihrer Bahnen von der Größenordnung ihrer Dimensionen sind. Nach den Keplerschen Gesetzen müssen die inneren Gaskugeln schneller um den Zentralkörper laufen als die äußeren. Daraus folgt, daß der Körper, der sich aus ihnen bildet, entgegengesetzt seinem Lauf um die Sonne (indirekt) um seine Achse rotieren muß. Um diese Schwierigkeit zu beheben, nimmt Poincaré an, daß zunächst die von der Sonne auf dem Planeten erzeugte Ebbe und Flut sehr mächtig war, als der Planet noch eine größere Ausdehnung hatte. Als aber dann die indirekte Drehung durch die umlaufenden Flutberge vollständig abgebremst war, sodaß der Planet der Sonne immer dieselbe Seite zukehrte, machte sich die steigende Wirkung der Zusammenziehung des Planeten infolge der Abkühlung geltend. Einmal wurde die Fluthöhe geringer. Andererseits bildete sich eine direkte Drehung aus. Wenn nämlich der Planet der Sonne immer dieselbe Seite zukehrt, so haben seine äußeren Teile eine größere wirkliche Geschwindigkeit als die inneren. Wenn nun beide infolge der Abkühlung nach einer Mittellinie zustreben, so suchen diese beiden Geschwindigkeiten bei verkürztem gegenseitigen Abstand dieselben zu bleiben, wodurch eine Drehung im Sinne der Bewegung um den Zentralkörper entsteht. Diese Erklärung der direkten Rotation der Mehrzahl der Planeten, die sich auf die Gezeiten stützt, scheint die beste zu sein.

Wenn die äußersten Planeten (Uranus und Neptun) nach der Bewegung ihrer Monde zu schließen, eine indirekte Drehung haben, so kommt dies nach Poincaré daher, daß die Sonnenflut in ihrer großen Entfernung zu gering war, um sie abzubremsen und die direkte Drehung hervorbringen zu können.

Solange der Planet der Sonne nur eine Seite zukehrt — und das war einmal für alle der Fall — ist er nicht imstande, Monde zu erzeugen. Vor dieser Epoche aber konnte der Planet rückläufige Monde erzeugen, die also wie bei Jupiter und Saturn die äußersten und ältesten sein mußten. Man kann aber auch annehmen, daß sich rückläufige Monde in folgender Weise gebildet haben. Wir denken uns, daß aus einem Laplaceschen Ring zwei Konzentrationen hervorgehen, von denen die eine die andere an Masse erheblich überwiegt und die in zwei nahezu kreisförmigen Bahnen von ungefähr gleichem Halbmesser um die Sonne gehen. Der innere kommt dem äußeren von Zeit zu Zeit nahe. Ist eine Annäherung besonders stark, so kann die große Masse die kleine einfangen. Ganz gleichgiltig, ob die schwerere Konzentration sich außen oder innen befindet, wird der resultierende Mond (die leichtere Konzentration) um den Planeten (die schwerere Konzentration) rückläufig sein.

Noch heute finden wir in dem System der Jupiterstrabanten die Perrineschen Doppelmonde (VI) und (VII), im Saturnssystem die Doppelmonde Hyperion (VII) und Themis (X), welche sich unter Umständen sehr nahe kommen können. Sollten sich ähnliche Doppelplaneten nicht auch früher im Sonnensystem gefunden haben?

Aber auch viel später konnten sich Monde nach dem Laplaceschen Mechanismus bilden, als die direkte Drehung des Planeten schon vollständig ausgebildet war und merkliche Flutberge desselben nach der Sonne hin nicht mehr vorhanden waren. Wenn ein Satellit dieselbe Dichte wie der Planet hat, so kann er sich, wie Poincaré dann nachweist (S. 64), nicht in ellipsoidischer Form in flüssigem Zustand halten, wenn er nicht mindestens um $2\frac{1}{2}$ mal so viel absteht, wie der Halbmesser des Planeten beträgt. Schließlich gibt Poincaré als

kleinste zur Not denkbare Zeit für die Bildung des Sonnensystems 150 Millionen Jahre (S. 65) an.

Man hat gesagt, daß der Abstand des Mondes von der Erde größer ist, als der Halbmesser der irdischen Atmosphäre zur Zeit seiner Bildung, das heißt, als der Erdnebel in 27 Tagen, der Umlaufszeit des Mondes, einmal rotierte. Die Grenze der Atmosphäre dieses Erdnebels war der Punkt, wo die Zentrifugalkraft mit der Sonnenanziehung die irdische Anziehung aufhob, und man hat daraus geschlossen, daß die Erdatmosphäre sich damals nur bis zu $^3/_4$ der Entfernung Erde—Mond ausdehnte. Aber Roche hat gezeigt, daß diese Behauptung falsch ist. In die Berechnung dieser Grenze geht nicht die absolute Anziehung der Sonne, sondern wie in den Gezeitenrechnungen, ihre relative Anziehung ein, d. h. der Unterschied zwischen der auf Teilchen der Atmosphäre und das Erdzentrum geübten Anziehung. Man findet nach dieser Verbesserung, daß zu jener Zeit die Erdatmosphäre tatsächlich die Mondentfernung erreichte.

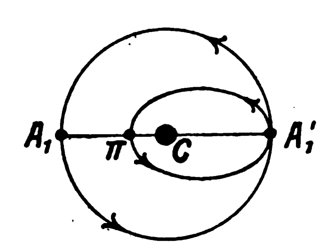


Fig. 2. Die Entstehung innerer elliptischer Ringe im Laplaceschen Gasnebel nach Roche. Aufsicht

Es bleibt also zunächst nur die Tatsache gegen die Laplacesche Theorie bestehen, daß der innerste Marsmond Phobos und die innersten Teilchen des Saturnringes sich schneller um ihre Planeten drehen, als die gegenwärtige Dauer der Achsendrehung derselben beträgt. Hier könnte man an die Hypothese von Roche appellieren, der annimmt, daß die gleichfalls von den Polen (P und P' in Fig. 1) herabströmenden Teilchen, soweit sie meteorischer Natur sind, nicht die Äquatorialgeschwindigkeit haben und sich als „innerer Ring" im Äquator A_1 A_1' der ursprünglichen Atmosphäre des Planeten sammeln (siehe Fig. 2). Ein aus solchen Bestandteilen gebildeter Körper wird den Widerstand der Atmosphäre erfahren. Infolgedessen wird seine Bahnhalbachse kürzer und seine Umdrehung schneller.

Verbindet man die Bodesche Reihe mit dem exponentiellen Gesetze der Abkühlung, so sagt dieselbe aus, daß sich je zwei aufeinander folgende Planeten in gleichen Zwischenzeiten gebildet haben (der fiktive Planet zwischen Mars und Jupiter natürlich inbegriffen).

(Fortsetzung folgt)

Die neueren Anschauungen über die Energie[1]

Von Prof. Dr. Riecke

Wenn man ein Gewicht hebt, so gewinnt man in dem gehobenen Gewicht eine gewisse Arbeitsmöglichkeit oder, wie man auch sagt, eine gewisse Energie. Die Energie wächst mit der Höhe des Gewichtes über dem Erdboden, und die Bewegung des Gewichtes erscheint als ein durchaus stetiger Vorgang; das Gewicht durchläuft nämlich in stetiger Folge alle möglichen Höhen über dem Erdboden, und da die Energie proportional mit der Höhe des Gewichtes ist, durchläuft auch die Energie alle möglichen Werte in steter Folge; sie ist null, wenn das Gewicht auf dem Erdboden liegt, und sie wächst von da stetig bis zum höchsten Betrage,

[1]) Nach einem von Prof. Riecke auf der Tagung der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik in Friedrichshafen gehaltenen Vortrage.

der der schließlichen Höhe über dem Erdboden entspricht. Die Energie erscheint also als eine stetig veränderliche Größe, die innerhalb gewisser Grenzen jeden beliebigen Wert annehmen kann. Läßt man das gehobene Gewicht fallen, so schlägt es endlich auf den Erdboden auf, und die ihm ursprünglich erteilte mechanische Energie verwandelt sich dabei in eine andre Energieform, in Wärme. Unter der Voraussetzung, daß diese Verwandlung vollständig sei, ergibt sich, daß auch die Wärmeenergie, die durch den Stoß erzeugt wird, innerhalb gewisser Grenzen jeden beliebigen Wert annehmen kann; auch die Wärmemenge erscheint als eine Größe, die durchaus stetig von einem zum andern Wert übergeht. Man kann sich noch fragan, wie sich nach den bisherigen Anschauungen der Physik die in einem Körper enthaltene Wärmeenergie auf die einzelnen Moleküle oder Atome verteilt. Bei einem festen Körper setzt man voraus, daß sich die einzelnen Moleküle oder Atome in Bewegung befinden, die um bestimmte Gleichgewichtslagen schwingt. Die Schwingungszahl kann dabei für die verschiedenen Moleküle oder Atome je nach ihrer physikalischen Natur verschieden sein. Die Energie eines einzelnen Atoms wird durch die Zahl seiner Schwingungen in einer Sekunde und durch die Schwingungsweite bestimmt. Es sei nun die gesamte Energie oder der gesamte Wärmeinhalt eines Körpers gegeben. Wie verteilt sich dann diese Wärmeenergie auf die einzelnen Atome des Körpers? Um diese Frage zu beantworten, denke man sich ein Wesen, dessen mikroskopisch feines Auge imstande wäre, die einzelnen Atome zu sehen, und dessen Lichtempfindlichkeit so stark wäre, daß es die in unendlich kleinen Zeiträumen aufeinander folgenden Vorgängen getrennt beobachten könnte. Wenn dieses Wesen einem einzelnen Atom seine Aufmerksamkeit zuwenden würde, so würde es finden, daß dieses Atom in einem Augenblick in lebhafter Bewegung begriffen ist; im nächsten Augenblick würde die Bewegung schwächer werden; dann wird ein Zeitpunkt kommen, in dem das Atom in Ruhe zu sein scheint, worauf es dann von neuem in Schwingungen gerät. Das mikroskopische Auge würde also eine gewisse Anzahl von Atomen in Ruhe sehen, andere im Zustand lebhaftester Schwingung, wieder andere in einem Übergang zwischen Ruhe und stärkster Bewegung; auf Grund einer längeren Beobachtuung könnte man nun bei einem einzelnen Atom den Mittelwert berechnen, den die Energie seiner schwingenden Bewegung besitzt. Für diesen Mittelwert hat Boltzmann den berühmten Satz aufgestellt, daß er für alle einzelnen Atome des Körpers unabhängig von ihrer besonderen physikalischen Natur derselbe ist. Das ist der demokratische Grundsatz der Energieverteilung. An dem allgemeinen Gute der Energie hat jedes Atom des Körpers denselben Anteil, gleichgültig, welches seine besonderen Eigenschaften sind. Das ist aber nicht so zu verstehen, als ob in jedem einzelnen Zeitpunkt alle Atome den gleichen Betrag an Energie besäßen. In einem einzelnen Zeitpunkt ist die Verteilung des allgemeinen Gutes sehr ungleichmäßig; aber diese Verteilung ist einem steten Wechsel unterworfen; bei jedem einzelnen Atom wechselt der Besitz an Energie, und jedes einzelne Atom ist sicher, im Mittel den gleichen Anteil am allgemeinen Gute zu erhalten, wenn es nur genügend lange zu warten versteht.

Diese alten und, wie es bis vor einigen Jahren schien, fest begründeten Anschauungen haben nun an zwei Stellen Schiffbruch gelitten. Die erste wird durch das Gesetz der Strahlung bezeichnet. Es sei daran erinnert, daß die von einem Körper ausgehende Strahlung hauptsächlich als Wärmestrahlung und nur innerhalb eines kleinen Bezirkes auch als Lichtstrahlung empfunden wird, daß ferner

alle Strahlung durch die Schwingungen elektrischer Teilchen, der Elektronen, im Innern der Atome oder Moleküle erzeugt wird. Allgemein läßt sich über das Gesetz der Strahlung folgendes aussagen. Die gesamte von einem Körper ausgehende Wärmestrahlung steigt sehr schnell mit seiner Temperatur, was sich durch eine Menge von Beispielen aus dem täglichen Leben beweisen läßt. Aber mit der Temperatur ändert sich nicht blos die Gesamtintensität der Strahlung, sondern auch ihre Beschaffenheit. Die von Heizkörpern einer Warmwasserheizung ausgehende Strahlung wirkt nicht auf das Auge. Ein auf 500° erhitzter Körper wird rotglühend, ein auf 1000° erhitzter gelbglühend, und bei 1600° wird er weißglühend. Daraus folgt, daß ein erhitzter Körper gleichzeitig Strahlen von sehr verschiedenen Wellenlängen aussendet; ein Körper mit einer Temperatur von 100° sendet nur sehr langwellige optisch unwirksame Strahlen aus; bei 500° verschiebt sich das Maximum der Strahlung nach den kleineren Wellenlängen und es treten Strahlen auf, die die optische Empfindung des Rot erzeugen. Bei weiterer Steigerung der Temperatur verschiebt sich das Maximum der Strahlung immer mehr nach den kleineren Wellenlängen, sodaß es bei der Temperatur der Sonne, 5000°, in das Gelb zu liegen kommt. Gleichzeitig sind dann alle Strahlen des Spektrums entwickelt und das Zusammenwirken der Farben erweckt den Eindruck des Weiß.

Diese allgemeine Schilderung der Verhältnisse wurde in ein empirisch aufgestelltes Gesetz gefaßt, mit dessen Hilfe man die Stärke der Strahlung in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur und der Wellenlänge bestimmen kann. Es ist eine Aufgabe der theoretischen Physik, dieses Gesetz auf Grund der Vorstellungen, die die Physik über die Bewegung der Körper, insbesondere über die Schwingung der im Innern der Atome enthaltenen Elektronen und die dadurch im Äther erzeugten elektrischen Wellen entwickelt hat, zu begründen. Das Ergebnis dieser Bemühungen war aber ein vollständiger Mißerfolg. Man kann danach nur sagen, es ist unmöglich, auf Grund der hergebrachten Anschauungen der Physik zu einem Strahlungsgesetz zu gelangen, das den Verhältnissen der Wirklichkeit entspricht.

Bei dieser Lage der Dinge griff nun Planck zu einem überaus kühnen Mittel, indem er die beiden Annahmen von der Stetigkeit der Energie und von ihrer gleichmäßigen Verteilung verwarf. Betrachtet man ein Atom von einer bestimmten Schwingungszahl, so kann dieses Atom nach Planck Energie nicht in stetig veränderlicher Menge aufnehmen, sondern nur in ganz bestimmten von seiner Schwingungszahl abhängenden Teilen, die als Energiequanten bezeichnet werden. Führt man also einem Atom eine gewisse Energiemenge zu, so muß man sich diese in lauter einzelne unter sich gleiche Teile geteilt denken, die gleich einer gewissen Konstanten multipliziert mit der Schwingungszahl des Atomes sind. Das Atom kann dann ein solches Quantum aufnehmen, oder ein zweites, oder ein drittes, aber niemals eine Energiemenge, die gleich einem Bruchteil eines Energiequantums wäre. Mit dieser Annahme ist aber die Stetigkeit und die gleichmäßige Verteilung der Energie aufgehoben. Denkt man sich einen Körper, der aus Atomen mit verschieden großen Schwingungszahlen zusammengesetzt ist, so hat jedes Atom anderer Schwingungszahl auch eine andere Aufnahmefähigkeit für Energie. Den am schnellsten schwingenden Atomen entsprechen die größten Energiequanten; die Teile, in denen sie Energie zu verschlucken vermögen, sind bei ihnen größer, als bei den langsam schwingenden. Die schnell schwingenden Atome vermögen also auch größere Energiebeträge

als die langsam schwingenden in sich aufzunehmen. Nun hängt die Schnelligkeit der Schwingungen von der Kraft, mit der die Atome an ihre Ruhelagen gebunden sind, ab. Je größer die Kraft, um so schneller die Schwingungen. Anderseits wird aber das Atom durch eine äußere störende Ursache um so schwerer aus seiner Gleichgewichtslage gebracht, je größer die Kraft ist, mit der es an die Ruhelage gebunden ist. Je sicherer also die Lage eines Atomes ist, um so größer ist das Energiequantum, das von dem Atom aufgenommen werden kann. Die Gleichberechtigung der Atome ist also aufgehoben, und an dem allgemeinen Gut der Energie gewinnen die Atome den Hauptanteil, die mit den stärksten Kräften an ihre Ruhelage gebunden sind.

Aus dieser eigenartigen und neuen Vorstellung konnte Planck ein Strahlungsgesetz ableiten, das mit dem empirisch gefundenen vollkommen übereinstimmt, und konnte so die Berechtigung der neuen, allen früheren Vorstellungen widersprechenden beweisen.

Aber auch auf einem andern Gebiet hat sich die neue Auffassung glänzend bewährt. Für die spezifische Wärme der Elemente gilt das Gesetz von Dulong und Petit, das man in folgender Form aussprechen kann: Die Wärme, die man einem Atome eines festen Elementes zuführen muß, um seine Temperatur um einen Grad zu erhöhen, ist bei allen Körpern die gleiche. Eine Ausnahme von diesem Gesetz bildet, so lange das Gesetz schon gefunden ist, der Kohlenstoff, dessen Atomwärme nur $^1/_3$ so groß ist wie die der Mehrzahl der festen Elemente. Man schob diese Ausnahmestellung auf eine Abhängigkeit der Atomwärme von der Temperatur. Die Atomwärme des Kohlenstoffes ist bei gewöhnlicher Temperatur verhältnismäßig sehr klein; sie steigt mit wachsender Temperatur und nähert sich bei Temperaturen über 1000° einem festen Grenzwert, für den das Gesetz von Dulong und Petit zutrifft. Das große Verdienst von Nernst ist es nun, gezeigt zu haben, daß das Verhalten des Kohlenstoffes keineswegs eine Ausnahme bildet, sondern den allgemeinen Verlauf der Atomwärme darstellt. Die Atomwärme aller Körper nimmt mit sinkender Temperatur ab, nur wird die Abnahme bei den meisten Körpern erst bei Temperaturen merklich, die weit unter dem Nullpunkt liegen, bei Temperaturen, wie sie erst erreichbar wurden, seitdem es gelang, die Luft, den Wasserstoff und das Helium in den flüssigen Zustand überzuführen. Ein solcher Verlauf der Atomwärme ist gleichfalls unvereinbar mit dem alten Grundsatz der gleichen Verteilung der Energie, er wird erst verständlich, sobald man von der Vorstellung der Energiequanten ausgeht. Die Abhängigkeit der Atomwärme von der Temperatur, wie sie sich nach dieser Auffassung ergibt, steht mit der durch Versuche gefundenen Abhängigkeit in vollkommen befriedigender Übereinstimmung.

Durch die Einführung der Energiequanten ist für die Theorie der physikalischen Eigenschaften fester Körper ein Gesichtspunkt von ganz allgemeiner Bedeutung gewonnen. Bei einer Reihe Eigenschaften der festen Körper war schon früher ein Zusammenhang vermutet worden, es war aber nicht gelungen, eine klare Einsicht zu gewinnen, bis die Vorstellung von Energiequanten zu bestimmten gesetzmäßigen Zusammenhängen führte.

Durch die neue Erkenntnis ist der wohlgefügte Bau der alten Physik gesprengt, und die Grundsätze der alten Physik erscheinen nicht mehr als unbedingte allgemeingültige Wahrheiten, sondern als Sätze, die nur innerhalb gewisser Grenzen den beobachteten Tatsachen entsprechen, während sie beim Überschreiten jener Grenzen ihre Gültigkeit verlieren. Der Übergangszustand,

in dem sich die physikalischen Anschauungen befinden, bringt natürlich manches Unbefriedigende mit sich. Es fehlt an einer Vermittlung zwischen den alten Sätzen der Mechanik, deren Nützlichkeit und Brauchbarkeit innerhalb eines weiten Gebietes von Erscheinungen niemand bezweifeln wird, und der neuen Anschauungsweise. Wenn ein Atom im schwingenden Zustand nur befähigt ist, Energie in bestimmten Quanten aufzunehmen, wie steht es mit der Energieaufnahme eines Atomes, das in irgend einer gleichförmigen oder beschleunigten Bewegung begriffen ist? Kann man in diesem Fall annehmen, daß das dem Zustande des Atomes entsprechende Energiequantum unendlich klein ist, und kann man auf diese Weise die Stetigkeit der Energieänderung wieder gewinnen? Das sind Fragen, auf die zurzeit keine bestimmte Antwort gegeben werden kann. Die Bemühungen, zwischen den neuen Vorstellungen und den altgewohnten eine Brücke zu schlagen, erinnern an das Gleichnis von dem neuen Wein, der in alte Schläuche gefüllt wird. Es wird sich als notwendig erweisen, das physikalische Weltbild umzugestalten, und in dem neuen Bilde werden dann auch die alten physikalischen Gesetze an ihrer Stelle Wert und Bedeutung behalten.

Kleine Mitteilungen

Entdeckung eines neuen Kometen 1914b Zlatinsky. Am 16. Mai ging bei der astronomischen Zentralstelle ein Telegramm aus Mitau ein, das als genäherten Ort des Kometen η oder ι Persei angab. Es wurden zunächst nur die Sternwarten Bergedorf und Heidelberg verständigt und von ersterer telephonisch mitgeteilt, daß der Komet $^1/_2{}^0$ nördlich von α Persei stände. Nach einer Bahnbestimmung von Kobold war er bereits am 8. Mai in seiner Sonnennähe und zwar stand er damals 80 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Am 20. Mai habe ich seine Helligkeit mit dem Opernglase eingeschätzt und zwar bei extrafokaler Stellung. Er war heller als der Stern b im Perseus und schwächer als λ; seine Helligkeit war nachts $12^h\ 15^m$ wie ein Stern 4,4. Größe. Im großen Fernrohr zeigte er ein intensiv grünliches Licht und eine kernartige Verdichtung, er war von kugelrundem Aussehen, wohingegen im Kometensucher ein schwacher Schweif zu bemerken war. Sein Lauf ist jetzt auf die Zwillinge, Krebs und Wasserschlange gerichtet, sodaß seine Beobachtung immer ungünstiger wird. Wir geben hier seine Orte für Mitternacht nach einer Berechnung von Dr. Ebert wieder:

	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Juni 5	$8^h\ 31^m\ 36^s$	$+9^0\ 54',7$	Juni 19	$9^h\ 15^m\ 44^s$	$-5^0\ 56',2$
- 7	41 8	6 36,9	- 21	19 29	7 17,2
- 9	49 8	3 46,1	- 23	22 54	8 30,7
- 11	55 57	+1 17,9	- 25	26 5	9 37,6
- 13	9h 1 51	−0 50,3	- 27	29 3	10 39,3
- 15	7 1	2 45,3	- 29	31 50	11 36,3
- 17	11 37	4 26,1	Juli 1	34 28	−12 29,2

Hiernach können unsere Leser den Lauf des Kometen in die Planetenkarte für Juni eintragen. Dieser zweite Komet des Jahres 1914 ist kein wiederkehrender. F. S. A.

Sterne mit veränderlicher Radialgeschwindigkeit. Auf der Yerkes-Sternwarte sind von O. J. Lee zehn Sterne festgestellt worden, die veränderliche Geschwindigkeit in der Gesichtslinie besitzen: f Piscium, ξ^2 Ceti, 125 Tauri, 40 Aurigae, 24 Canum ven., 33 Bootes, β Librae, BD $+25^0$ 4165, ι Aquarii, λ Piscium. Bei dem zuerst- und dem zuletzt genannten Sterne vermutet man die Existenz einer schwächeren Komponente, in den Spektren von 40 Aurigae, 24 Canum ven., BD $+25^0$ 4165 und ι Aquarii sind beide Komponenten sichtbar; die Aplituden derselben sind alle sehr beträchtlich. Das Spektrum des Sternes BD $+25^0$ 4165 weist überdies merkwürdige Veränderungen auf, die sich nicht auf den Dopplereffekt zurückführen lassen.

Nachforschung nach neuen Sternen. Nach der Mitteilung des Monthly Reg. of the Soc. f. pract. Astr. hat sich unter den Mitgliedern der Gesellschaft eine Gruppe für Nachforschung nach neuen Sternen gebildet. Man will den ganzen Himmel möglichst ständig überwachen, um alle diejenigen neuen Sterne festzustellen, die mindestens die siebente Größenklasse erreichen und so

diese kosmogonisch wie auch sonst wichtigen Erscheinungen rechtzeitig, genauer und vollständiger zu erfassen. Aus den ersten Phasen der neuen Sterne würden sich oftmals mancherlei Feststellungen machen lassen, die nachher nicht mehr zu gewinnen sind und für die Erforschung des Wesens der neuen Sterne wertvoll sind.

Der neue preußische Normalhöhenpunkt. Die Berliner Kgl. Sternwarte ist bekanntlich vor kurzem von ihrer alten Stelle am Encke-Platz in Berlin nach Neubabelsberg verlegt worden. Da auch die alten Gebäude abgerissen wurden, verschwand damit die als Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen angebrachte und gesicherte Marke (vgl. „Das Weltall" Jg. 13 H. 13/14). Zwischen Herzfelde und Hoppegarten, an der Chaussée Berlin-Müncheberg, etwa 39 km vom Mittelpunkte Berlins entfernt, ist eine Gruppe fünf unterirdischer Punkte festgelegt worden, deren Pfeileroberfläche ungefähr 60 cm unter der Erdoberfläche liegt. Diese Gruppe bildet den neuen preußischen Normalhöhenpunkt.

Bücherschau

Simroth, Dr. Heinrich, Die Pendulationstheorie. 2. erweiterte Auflage. 8° mit 27 Karten. Preis 8 M, geb. 10 M. Konrad Grethleins Verlag, Berlin 1914

Daß dieses auch in unserer Zeitschrift (Habenicht, „Zur Kritik der Pendulationstheorie" Jg. 10 H. 8 S. 115; H. 10 S. 145 — Stentzel, „Die Pendulationstheorie", Jg. 10 H 14 S. 204 — Krebs, „Zur Frage der Pendulationstheorie", Jg. 11 H. 2 S. 21) mehrfach besprochene Werk nach so wenigen Jahren bereits eine zweite Auflage verzeichnen kann, ist ein Beweis für das große Interesse, das ihm entgegengebracht wird. Leider hat sich in der ganzen Zeit noch kein astronomischer Beweis für das Bestehen der Pendulation finden lassen, und da die Frage eine im wesentlichen mechanisch-astronomische ist, mit der das ganze Gebäude mit allen auf die anderen Gebiete übergreifenden Konsequenzen fällt, so kommen wir zu einer Ablehnung dieser Anschauungsweise, die uns für die anderen Wissenschaften sogar insofern eine gewisse Gefahr zu bilden scheint, als die Forscher dieser Gebiete annehmen, daß die astronomische Frage in Ordnung sei. Das ist sie keineswegs, worauf nicht ausdrücklich genug hingewiesen werden kann Darüber, inwieweit die Hypothese einen Arbeitswert für die organischen Naturwissenschaften bietet, können wir an dieser Stelle natürlich kein Urteil abgeben. — Zu begrüßen ist die Maßnahme des Verlages, durch das Neuerscheinen der zweiten Auflage die erste nicht unbrauchbar zu machen, indem für den Besitzer der ersten Auflage der neuhinzugekommene Teil, in dem der Verfasser neue Belege beibringt und sich mit der Kritik auseinandersetzt, als besonderes Heft unter dem Titel „Neuere Ergebnisse der Pendulationstheorie" zum Preise von 1 Mark abgegeben wird. L

Dr. Walter Block, Das Radium und seine Bedeutung in Wissenschaft und Leben. Leipzig 1914. 95 S. mit 32 Abb. Pr. geh. 1 M, gbd. 1,60 M

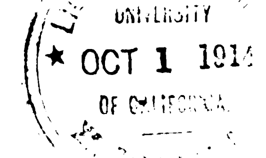
Die Schrift behandelt, von einer Übersicht über den Stand unserer Kenntnisse von den elektrischen Erscheinungen und die Vorstellungen von dem Aufbau der Atome und der gesamten Materie zur Zeit der Entdeckung der Radioaktivität ausgehend, die Entdeckungsgeschichte der radioaktiven Substanzen und die drei von ihnen ausgehenden Strahlenarten mit ihren verschiedenartigen Eigenschaften. Sodann werden systematisch die drei radioaktiven Zerfallsreihen, die Uran(Radium)-Reihe, die Thoriumreihe und die Aktiniumreihe genau behandelt, insbesondere die wichtigsten Radiostoffe, das Radium, die Emanation und das Mesothorium eingehend besprochen. Die letzten Kapitel beschäftigen sich dann mit den Meßverfahren für radioaktive Stoffe und geben eine Schilderung ihrer Bedeutung für die allgemeine Naturwissenschaft; sie zeigen, wie uns die radioaktiven Substanzen dazu verholfen haben, Zählungen einzelner Atome vorzunehmen, einzelne Atome selbst in ihren Wirkungen sichtbar zu machen, und wie sie uns zu weiteren Studien über den inneren Bau der Atome anregen und fördern. Dazwischen sind einzelne Anwendungen der Radioaktivität auf andere Wissensgebiete besprochen, so insbesondere in der Biologie und auf dem so viel umstrittenen Gebiet der praktischen Medizin, endlich zur Bestimmung des Alters der Erde. — Der Autor ist unsern Lesern aus seinen Arbeiten für „Das Weltall" bekannt. Wir schätzen auch an dieser neuen kleinen Schrift die unbedingte Sachlichkeit und Klarheit der Darstellung, die bis zu den neuesten Ergebnissen fortgeführt ist. F L

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT



Zur Sonnenfinsternis am 21. August 1914

Ein Wink für Norwegenreisende

von Prof. F. K. Ginzel

Der Schattenkegel, den der Mond beim Eintritt totaler oder ringförmiger Sonnenfinsternisse erzeugt, bildet bei seinem Hinstreifen über die Erde eine Zone, innerhalb der die bekannten Erscheinungen der Totalität resp. Ringförmigkeit (Einbruch von Dämmerung, Sichtbarwerden von Sternen, Auftreten der „fliegenden Schatten" usw.) wahrgenommen werden können. Nur die innerhalb einer solchen Zone gelegenen Orte sehen die Verfinsterung der Sonne „zentral", d. h. die Bedeckung durch den Mond vollständig. Das Maximum der Verfinsterungsphase ist in dieser „Zentralitätszone" 12 Zoll (den Durchmesser der Sonne zu 12 Zoll gerechnet). Alle Orte, die außerhalb der Zone liegen, können die Verfinsterung nicht „total", sondern nur „partiell" sehen, d. h. kleiner als 12 Zoll. Den Bewohnern, die von solchen Orten nach der Sonne sehen, bleibt auf der nördlichen oder südlichen Seite der Sonne eine leuchtende Sichel übrig, die desto größer ist, je weiter jene Orte von der Zentralitätszone entfernt liegen.

Die Bewegungsverhältnisse des Mondes haben zur Folge, daß die Zentralitätszonen der Sonnenfinsternisse regellos die verschiedensten Gebiete des Erdballs treffen müssen. Im allgemeinen laufen jene Zonen kurvenförmig von West nach Ost über die Erde, Winkel von sehr verschiedener Schärfe gegen die Erdmeridiane bildend. Der Fall aber, daß die Zentralitätszone einer Sonnenfinsternis denselben Weg einschlägt oder nahe den gleichen, den eine früher stattgefundene Sonnenfinsternis gehabt hat, ist ziemlich selten. Für einen bestimmten gegebenen Erdort verfließen daher meist viele Jahre, ehe wieder eine Zentralitätszone über diesen Ort hinwegzieht und bevor also dort wieder die Totalitätserscheinungen einer Sonnenfinsternis beobachtet werden können. Dagegen sind partielle Finsternisse für einen gegebenen Ort der Zeit nach ziemlich häufig, bisweilen sind es solche, die für die ganze Erde überhaupt nur partiell werden. Wählen wir als Ort z. B. die Stadt Berlin und als Zeit das laufende Jahrhundert, so zeigt die astronomische Berechnung, daß von 1900 bis 2000 n. Chr. Berlin überhaupt keine totale Sonnenfinsternis zu sehen bekommt. Dagegen sind für Berlin einige mit beträchtlicher Partialität vorhanden, da deren Zentralitätszonen über die Nachbarstaaten Deutschlands streifen. So war die ringförmig-totale Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 in Berlin recht auffällig, da die schmale Zentralitätszone dieser Finsternis über den Niederlanden und dem Ostseegebiete lag. Von den künftigen zentralen Finsternissen bis 2000 n. Chr. werden für Berlin die folgenden (mit den beigesetzten Maximalphasen) sichtbar sein:



am 9. Juli 1945 für Berlin 8,7 Zoll
- 30. Juni 1954 - - 10,6 -
- 15. Febr. 1961 - - 10,8 -
- 11. Aug. 1999 - - 10,9 -

Die zweite dieser Finsternisse wird in Ostpreußen sehr bedeutend (für Königsberg total) sein. Die übrigen Sonnenfinsternisse des Jahrhunderts sind für Deutschland von viel geringerer Bedeutung.

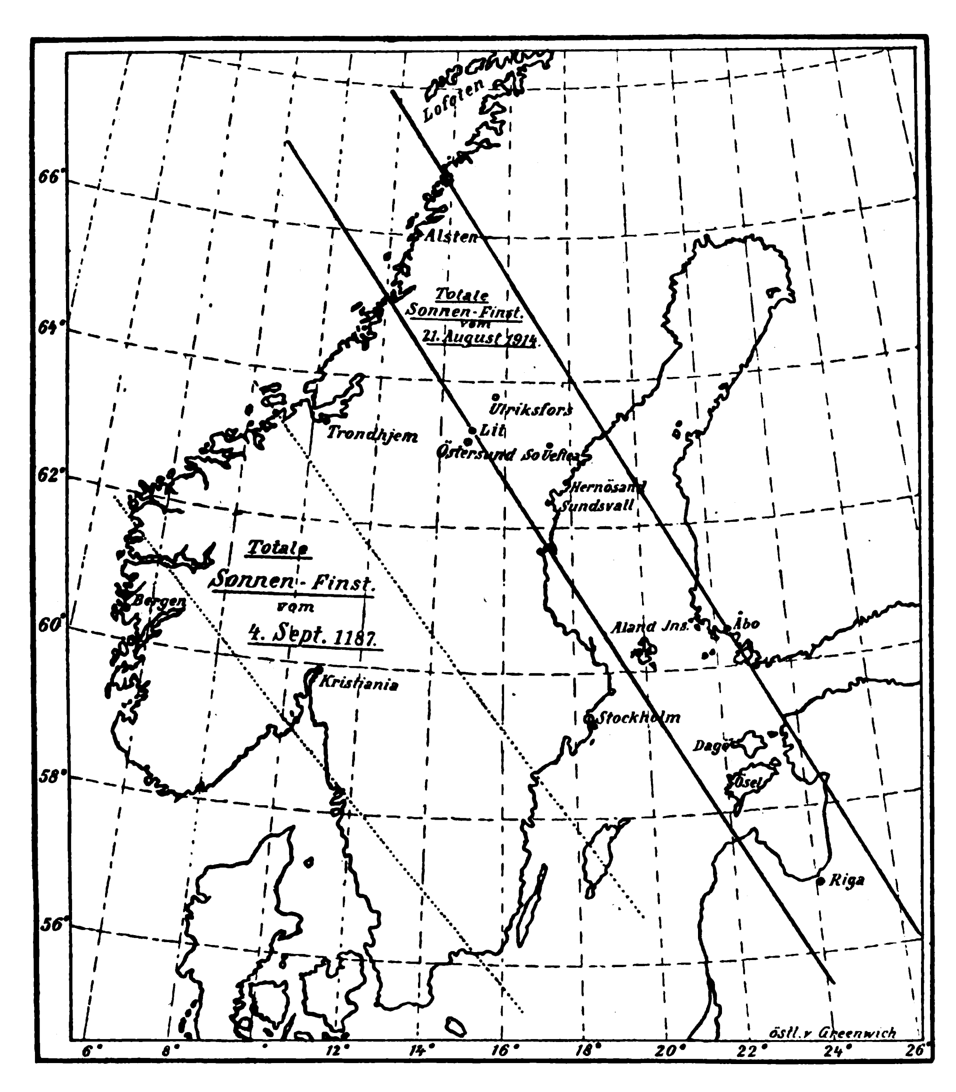
Die Bewohner Berlins und des zentralen Deutschland werden also auf viele Jahre hinaus nicht Gelegenheit haben, die merkwürdigen Totalitätserscheinungen einer großen Sonnenfinsternis zu bewundern. Im laufenden Jahre, am 21. August 1914, findet aber noch eine totale Sonnenfinsternis statt, die jene Möglichkeit an einem anderen Orte darbieten wird, nämlich in Norwegen, Schweden und Rußland. Da der Strom der Sommerreisenden, die sich dem Besuche der herrlichen Fjorde und Gletscher Norwegens zuwenden, im steten Wachsen begriffen ist, so seien diese Nordlandreisenden hiermit nachdrücklich auf jene Sonnenfinsternis aufmerksam gemacht. Denn die Beobachtung der Finsternis läßt sich bequem in ein Reiseprogramm nach Norwegen und Schweden einfügen.

Der Weg, den die Zentralitätszone der Finsternis nimmt ist, soweit er Norwegen und Schweden betrifft, auf der beifolgenden Karte eingezeichnet. Man sieht, daß die Zone südlich von den Lofoteninseln, über die Landschaften Helgeland, Jämtland, Angermanland hinwegstreift. Trondhjem bleibt außer dem Bereich der Totalitätszone. Man kann mit einem Besuche von Trondhjem leicht die Beobachtung der Sonnenfinsternis verbinden, wenn man auf der Eisenbahnroute Trondhjem—Stockholm bis zur Station Oestersund fährt. Für dieses Städtchen beträgt die um 1 Uhr 53 Min. mittl. Zt. eintretende Maximalverfinsterung 11,5 Zoll, ist also dort noch nicht total, aber sehr bedeutend. Fährt man von da auf der Flügelbahn noch bis Ulriksfors (am Strömsundsee), so befindet man sich inmitten der Totalitätszone. Selbstverständlich wird man auch an den leichter von Stockholm aus erreichbaren Orten Sundsvall, Hernösand, Solleftea u. a. die Totalitätserscheinungen wahrnehmen können. Die Dauer der totalen Bedeckung beträgt in diesen Gegenden etwa $2^1/_4$ Minuten. Während dieses Zeitintervalls wird nahe bei der Sonne, westlich derselben, der Stern Regulus sichtbar, auf der anderen Seite, nordöstlich in 9 Grad Entfernung von der Sonne, steht der Merkur. An den Orten der schwedischen Küste tritt natürlich die Maximalverfinsterung etwas später, nahe 2 Uhr, ein.

Der weitere Verlauf der Zentralitätszone außerhalb Schwedens ist in der Karte noch angedeutet. Er führt über die Alandsinseln, Dagö, Oesel, nach Rußland. Riga, Mitau, Minsk, Kiew haben volle Totalität, Wilno und Krementschug liegen an den beiden Grenzen der Zone (Wilno an der Südgrenze, Krementschug an der Nordgrenze.) Cherson bleibt etwas westlich der Zone; dann durchschneidet die Sonnenfinsternis den östlichen Teil der Krim (Feodosia hat um 3 Uhr 20 Min. Totalität), überschreitet das schwarze Meer, erreicht das Hochland von Armenien und endet in den Spätnachmittag-Stunden im südöstlichen Persien. Für Petersburg wird die Verfinsterungsphase 11,2 Zoll, für Odessa 11,7 Zoll, für Berlin beträgt sie nur 9,8 Zoll.

Von den Finsternissen, die in früherer Zeit, während des Mittelalters, von Norwegen aus über Rußland einen ganz ähnlichen Gang der Zonen hatten, wie die diesjährige in Rede stehende Finsternis, sind besonders zwei bemerkens-

wert, die totale vom 4. September 1187 und die ringförmige vom 5. August 1263. Beide werden in den historischen Annalen erwähnt. Namentlich die Sonnenfinsternis von 1187 ist historisch dadurch interessant, daß sie von Augenzeugen in einem weit von Norwegen entfernten Lande, aus Palästina, beglaubigt wird. Sie fiel in die Zeit des dritten Kreuzzuges. Am 4. Juli 1187 hatte der tapfere Sultan Saladin das christliche Heer bei Hattin geschlagen; hierauf fielen in



Verlauf der totalen Sonnenfinsternis vom 21. August 1914
in Norwegen und Nordrußland

rascher Folge die bedeutendsten befestigten Plätze der Christen, Tiberias, Akkon, Sidon, Beirut u. a. in seine Hände; nur das gut verteidigte Tyrus widerstand. Am 23. August begann Saladin die Belagerung von Askalon. Auch diese Stadt war bald genötigt, sich zu ergeben, und als am 4. September die Abgesandten von Askalon im Zelte des Sultans wegen der Uebergabebedingungen verhandelten, wurden sie durch die eintretende Sonnenfinsternis erschreckt; am darauffolgenden Tage räumte die Besatzung die Stadt. Selbst der Himmel schien über das Unglück der Christen mitzutrauern, meinen zeitgenössische Geschichtschreiber.

Am 2. Oktober erzwang Saladin auch noch die Kapitulation von Jerusalem. Als Größe der Verfinsterungsphase ergibt die Rechnung für Askalon 11 Zoll. Der Verlauf der Zentralitätszone dieser Finsternis, soweit sie Norwegen und Schweden betraf, ist auf unserer Karte durch zwei punktierte Kurven eingetragen; man sieht, daß die Lage der Zone ähnlich der diesjährigen Sonnenfinsternis war, nur etwas südlicher.

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré

Von Dr. Wilhelm Ebert

(Fortsetzung)

3. Die Kantsche Hypothese

Kant stellt zunächst fest, daß sich alle Planeten in dem Planetensystem fast in einer Ebene um die Sonne bewegen, auf der ihre Drehachsen fast senkrecht stehen. Er setzt dann voraus, daß der Raum nicht immer leer war, sondern daß die Materie ursprünglich in dem ganzen Raum verteilt war, wo sie eine Art homogenes Nebelchaos bildete, dessen Partikelchen sich gegenseitig nach dem Newtonschen Gesetz anzogen. Diese Homogenität ist unstabil, weil jedes noch so kleine Verdichtungszentrum sofort ein Attraktionszentrum wird. Die größeren Massen werden am schnellsten gegen ein sich bildendes Anziehungszentrum stürzen und sich den Weg durch die kleineren bahnen. Die Zusammenstöße der einzelnen Partikelchen und eine hypothetische Abstoßungskraft naher Einzelteilchen bewirken Abweichungen von der geraden Linie und bringen eine allgemeine Drehung zustande. Diese Annahmen widersprechen bekannten mechanischen Sätzen, namentlich dem Prinzip der Flächen. Danach kann Kant nicht voraussetzen, daß sich ein ursprünglich ruhendes System später in das Sonnensystem mit nachweisbarer Drehung verwandelt. Er wollte die Entstehung der ganzen Welt erklären, darum nimmt er für das ursprüngliche System Ruhe an. Laplace beschränkt sich auf Betrachtung des Urnebels, aus dem das Sonnensystem hervorgegangen ist. Vielleicht hielt es Kant auch für philosophischer, keine ursprüngliche Bewegung vorauszusetzen. Kurz er denkt sich, daß sich gegen das Zentrum seines Meteornebels eine vorwiegende Konzentration, die Sonne, bilden wird, um die die Partikelchen in ungefähr derselben Ebene nach den Keplerschen Gesetzen gehen werden. Aus ihnen werden sich dann als sekundäre Kondensationen die Planeten bilden. So ist der Sonnenäquator nichts anderes als die allgemeine Drehebene. Aber die Partikeln, die sich außerhalb dieser Ebene befanden, mußten ihr irgendwo in ihrer Umdrehungs-Bewegung begegnen und sich dort anhäufen, vor allem in der Zentralregion. Bei diesen Zusammenstößen behielten nur diejenigen Partikelchen ihre Bewegungen, welche bereits beinahe kreisförmig und ungefähr in der Ebene des Sonnenäquators mit der richtigen Geschwindigkeit wanderten. Diese Geschwindigkeit stammt von der Sturzhöhe; die seitliche Abweichung kommt von den fortwährenden Zusammenstößen, deren Schlußergebnis die Erreichung einer Richtung geringsten Widerstandes ist. Für die meisten Teilchen war die Geschwindigkeit nicht den gewünschten Bedingungen entsprechend. Sie setzten ihren Weg fort, näherten sich mehr und mehr der Sonne und trugen zu ihrer Bildung bei. So wurde das erste System durch die Gesetze der Anziehung und des Widerstandes in ein anderes umgewandelt, in dem der ganze Raum zwischen zwei parallelen Ebenen,

die von beiden Seiten dem Sonnenzentrum sehr nahe kamen, frei durchlaufen wird von Partikelchen, die sich in Kreisen bewegen mit einer Geschwindigkeit, die ihrer Entfernung vom Zentrum entspricht.

Dieser Zustand hätte bei den nun sehr kleinen Widerständen unbestimmte Zeit dauern können. Hier aber kam ihre gegenseitige Anziehung dazwischen und erzeugte Keime neuer Bildungen der Planeten. Wenn sich nämlich irgendwo ein Attraktionszentrum fand, so strebten die umgebenden Partikelchen dorthin und bildeten eine wachsende Masse. Offenbar werden die so gebildeten Körper nahezu kreisförmig und in demselben Sinne um die Sonne laufen wie ihre ursprünglichen Elemente (S. 134 bis 135). Alles was sich um die Sonne zugetragen hat, wird sich um die Planeten zutragen, wenn ihre Anziehungssphäre genügend groß ist (S. 135).

Über die Bildung des Saturnsringes sagt Kant, daß sich die Saturnsatmosphäre zu Anfang unter dem Einfluß der Wärme weit über ihre gegenwärtigen Grenzen erweitert habe. Als sich der Planet abkühlte, fielen die Teilchen wieder zurück. Als sie aufstiegen, nahmen sie die Drehungsgeschwindigkeit mit sich, die sie nach ihren Stellungen auf der Kugel hatten. Sie mußten also freie Kreise um das Zentrum beschreiben. Die Teilchen, die nicht genug Geschwindigkeit hatten, mußten auf den Planeten zurückfallen, die andern durchkreuzten bei jeden Umlauf den Saturnsäquator und mußten sich schließlich dort sammeln. Dieser Ring konnte sich nur hauptsächlich aus Äquatorialpartikelchen zusammensetzen, welche a priori die größte Geschwindigkeit hatten. (Bemerkenswert ist übrigens, daß Kant sich den Saturnsring zu seiner Zeit als aus einzelnen Körperchen bestehend dachte!) Die Körperchen, welche nicht die ihrem Abstande entsprechende Kreisbahngeschwindigkeit hatten, fielen zurück. Es gibt nur einen Kreis, wo die Äquatorialgeschwindigkeit mit der freien Bewegung im Kreise verträglich ist, während innerhalb desselben die Partikelchen auf den Saturn zurückfallen müssen. Die äußeren Teilchen werden einen äußeren Limbus bilden und sich um die Sonne drehen.

Am innern Rand muß die Geschwindigkeit der Teilchen die eines Punktes des Saturnäquators sein. Man kann also seine Umlaufzeit mit Hilfe eines Mondes berechnen und findet so für die Umdrehung des Saturn $6^h\,25^m\,52^s$ (S. 143 bis 144). Diese Zahl ist viel zu klein. — Dann aber machte Kant Betrachtungen über die Stabilität der Ringe. Er glaubte, daß sämtliche Körperchen sich nach dem dritten Kepplerschen Gesetz bewegen. Er glaubte, daß sich im Ringe Bruchlinien bilden müßten, welche ihn in von einander getrennte konzentrische Ringe trennen (S. 145). Dieser Gedanke ist umso bemerkenswerter, als Kant die Cassinische Spalte nicht kannte. Nach Kant ist Saturn der einzige Planet mit einem Ring, weil seine Dichte gering und seine Drehung schnell ist. Das Verhältnis Zentrifugalkraft zu Schwerkraft ist für Saturn größer als für die andern Planeten.

Für Kant haben die Kometen einen ähnlichen Ursprung wie die Planeten, sie haben sich aber in sehr großen Entfernungen von der Sonne gebildet. Er glaubte nämlich, daß eine Bahn um so elliptischer werde, in je größerer Entfernung von der Sonne sich das Gestirn bildet. Im allgemeinen müßte die Bewegung der Kometen rechtläufig sein, von den rückläufigen (damals 19 bekannten) hielt er mindestens einige für optische Täuschungen.

Zu seinem Gedanken, der Sonne und den Planeten denselben Ursprung zuzuerteilen bemerkte Kant — eigentümlicher Weise: Wenn die Sonne und

die Planeten aus denselben Elementen bestehen, muß die mittlere Dichte dieser gleich der der Sonne sein. Er findet auf Grund der Zahlen von Buffon für das Verhältnis von beiden 64 zu 65. Nach Newcombs Populärer Astronomie (5te Auflage) ist die Sonnendichte in Einheiten der Dichte der Erde gleich 0,25, das Mittel aus allen Planetendichten aber 0,55.

4. Die Hypothese von Faye

In Kapitel IV, Seite 69 bis 82, resumiert Poincaré die Hypothese von Faye, die sich an die Kantsche anschließt (H. Faye, „Sur l'Origine du Monde, 4. édit., Paris 1907, Chap. XIII et XIV). Nach diesem Autor ist der Raum von Anfang an erfüllt von einem außerordentlich dünnen allgemeinen Chaos, einem Durcheinander sämtlicher Elemente der irdischen Chemie. Diese sich gegenseitig anziehenden Stoffe hatten von Anfang an verschiedene Bewegungen, die die Trennung in Lappen oder Wolken bedingten. Diese haben eine schnelle Translation und innere mehr oder weniger langsame Kreiselbewegung behalten. Diese Myriaden chaotische Lappen haben durch allmähliche Kondensation die verschiedenen Welten des Universums hervorgebracht (Ebendort Seite 258). Die inneren Kreiselbewegungen, die Faye in seine chaotischen Lappen verlegt hat, ähneln den Wirbeln, die wir heute in den Spiralnebeln beobachten.

Sehr verschiedene Resultate können sich aus der Form der Lappen und aus der Stärke der einzelnen Kreiselbewegungen ergeben. Wenn der Lappen ein sphärischer homogener Haufen ohne Drehung ist, so wird sich ein Stern ohne Begleiter und Drehung ergeben. Ein ebensolcher Haufen, dessen Kreiselbewegungen sich gegenseitig aufheben, wird entweder einen kugelförmigen Sternhaufen hervorbringen, dessen Sterne sämtlich Ellipsen um den Schwerpunkt beschreiben, oder einen Zentralstern, begleitet von einer Menge kleine Körper, die schnell verlöschen, wenn die Konzentration in der Mitte bedeutender war, als die anderen Konzentrationen. In beiden Fällen gleichen sich die Drehungen aus, das totale Drehungsmoment ist null; die Bahnen sind in verschiedenen Richtungen verteilt, und die Bewegungen können in jedem beliebigen Sinne erfolgen.

Im allgemeinen wird der Haufen weder homogen noch sphärisch und mit Wirbeln behaftet sein, die sich in eine einzige Drehung auflösen können (ebendort S. 262). Die Kondensation, welche sich um einige Zentren vollzieht, wird einen mehrfachen Stern hervorbringen. Da es kein Mittel der Regelung gibt, müssen die Doppelsterne mehr oder weniger exzentrische Bahnen beschreiben (S. 263). Im Sonnensystem sind alle Bahnen wenig exzentrisch, und so muß sich unter den Anfangsbedingungen des Haufens eine gefunden haben, die während der ganzen Entwicklung die Kreiselbewegungen gehindert hat, in wesentlich elliptische zu degenerieren (ebendort S. 265). Faye nimmt an, daß das Sonnensystem am Anfang eine Art sphärischer und homogener Nebel war; ein Teil des Materials war von einer langsamen Wirbelbewegung erfaßt. Er denkt, daß sich innerhalb dieses Nebels konzentrische Ringe bilden werden (ähnlich wie der Ringnebel in der Leyer), die eine gemeinsame Drehung haben. Diese Wirbelbewegungen, die der Lappen in sich trägt, nehmen eine spiralige Form an mit Geschwindigkeiten, die ungefähr senkrecht auf dem Radius vector stehen. Diese Geschwindigkeiten sind gegen das Zentrum hin größer. Es wäre also leicht, eine solche Bewegung in eine wirkliche Drehung zu transformieren, wenn diese verträglich wäre mit dem Gesetz der inneren Schwere. Aber es ist gerade die Eigentümlichkeit dieser Art chaotischer Haufen, den Körpern, welche sich darin bewegen,

nur elliptische oder kreisförmige Umläufe derselben Dauer zu gewähren. Große Teile der inneren Wirbel können also die Form eines platten Ringes annehmen, der sich um sein Zentrum mit derselben Geschwindigkeit dreht, wie wenn dieser Nebelring ein solider Reif wäre. Hierzu ist nur eine Bedingung nötig, daß die Drehungsdauer dieser Teilchen gleich der gemeinsamen Dauer aller elliptischen oder Kreiselbewegungen sei, die unter dem Einfluß der Zentralkraft entstehen.

So werden sich alle Teilchen, welche die geeignete Geschwindigkeit haben, in der Drehungsebene unter dem Einfluß der Schwerkraft in einen ebenen Ring anordnen, der eine wirkliche Drehung um sein Zentrum hat. Die anderen, die sich in derselben Ebene mit zu großen oder zu kleinen Geschwindigkeiten bewegen, werden mit dem Ringe konzentrische Ellipsen beschreiben. Wenn diese Ellipsen zu lang sind, so nähern sich die Stoffe, die sie durchlaufen, stark dem Zentrum, wo sich eine fortschreitende Verdichtung einstellen wird. Sie werden schließlich darin verschlungen werden, indem sie dem entstehenden Zentralglobus eine Rotation in der Ebene der ursprünglichen Drehung selbst geben. Wenn sie sich wenig von der Kreisbahn entfernen, so wird der geringe Widerstand des Mittels genügen, um die Geschwindigkeit zu vereinheitlichen und die Stoffe in Ringen anzuordnen, die sich wie der erste drehen (S. 266 bis 267). Bei Laplace bilden sich die Ringe außerhalb des Nebels, bei Faye im Innern. Allein während Laplace die Geringfügigkeit der Exzentrizitäten und der gegenseitigen Neigungen der Ringe erklärt, gibt Faye eine viel weniger deutliche Erklärung. In beiden Theorien ist es das Zerspringen der unstabil gewordenen Ringe, welche die Planeten erzeugt. Verfolgen wir aber jetzt die Entwicklung des Nebels nach Faye.

Zu Anfang war der Nebel sphärisch und homogen; die Anziehung im Innern war daher dem Abstande vom Zentrum proportional und unveränderlich. Später brachte die gegenseitige Anziehung der Teilchen im Verein mit den Stößen und unvermeidlichen Reibungen zwischen den benachbarten Partikelchen notwendigerweise eine zentrale Verdichtung hervor. Je mehr diese wuchs, umso dünner wurde die Atmosphäre. So hat sich schließlich die Sonne durch Vereinigung aller Materialien im Zentrum gebildet, welche in den Ringen keine Verwendung fanden, und so wurde die Atmosphäre immer dünner und dünner. Während also die nach dem Zentrum gerichtete Anziehung anfangs für die in der Kugel befindlichen Punkte mit der Entfernung vom Zentrum wuchs, bildete sich schließlich der heutige Zustand heraus: Der anziehende Einfluß der Atmosphäre schwand ganz und jedes freie Partikelchen wird nach dem Newtonschen Gravitationsgesetze umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung angezogen. Um diese beiden Umstände zu umfassen, nimmt Faye für die Mittelperiode als Anziehungsgesetz an: $a r + \frac{b}{r^2}$. Hierbei sind unter a und b Zahlengrößen, Coefficienten, zu verstehen, die sehr lange Zeiten unveränderlich bleiben und sich erst langsam mit der Massenverdichtung ändern. Es sind $a = \frac{4}{3} \pi \delta k^2$ und $b = k^2 M$, wo k die Gaußsche Konstante, M die Masse des Zentralkörpers und δ die Dichte der homogenen Atmosphäre ist.

Zu Anfang hing, wie gesagt, die Anziehung nur von der Entfernung r des Teilchens vom Mittelpunkte ab. Also mußte das zweite Glied gleich null sein, oder $b = 0$. Am Schluß soll die Anziehung nur von $\frac{1}{r^2}$ abhängen. Dann mußte also a gleich null sein.

Demgemäß nimmt Faye an, daß von Anfang bis Ende b die Werte null bis zu einem Endwert B, a die Werte von einem Anfangswert A bis null durchläuft. Dieses Gesetz würde genau einem Nebel entsprechen, der einen zentralen Kern von einer gewissen Masse besitzt, den eine vollständig homogene Atmosphäre umgibt.

Aber in Wirklichkeit hatte die Anziehung eine viel verwickeltere Form. Nehmen wir an, daß bei Werten von a und b, die einer gewissen Zeit entsprechen, sich ein Planet in der Entfernung r abscheide, so betrachte man folgende Ungleichung: $2a > \frac{b}{r^3}$. Solange diese besteht, ist die Drehung (Rotation) des Planeten direkt, andernfalls indirekt. Zu Anfang, wenn b = null ist, ist sie für beliebige Werte von r erfüllt. Aber mit der Zeit wächst b und a nimmt ab. Für jeden Abstand r gibt es also eine Zeit, nach welcher sich ein dort entstandener Planet rückläufig dreht. Die Drehungen sind also zu Anfang rechtläufig, d. h. wenn a groß und b klein ist. Daher sind nach Faye die Planeten mit direkter Drehung die älteren. Die Reihenfolge der Planeten ist umgekehrt wie bei Laplace. In dieser Hypothese ist die Erde nicht nur älter als Mars und die äußeren Planeten, sondern selbst viel älter als die Sonne. Als sie sich bildete war a groß und b klein.

Die Geologen glauben, daß die Ablagerung der irdischen Sedimentgesteine seit dem Anfang der archäischen Periode mindestens 100 Millionen Jahre erfordert hat. Aber Helmholtz und Lord Kelvin bestimmen wegen der Thermodynamik der Sonne ein Alter von höchstens 50 Millionen Jahren. Indem Faye die Erde viel älter macht, als die Sonne, hofft er diesen Widerspruch zu lösen. Das Studium der Fossilien der Cambrischen Periode läßt uns jedoch annehmen, daß die allgemeinen Lebensbedingungen damals von den heutigen nicht sehr verschieden waren. Es scheint auch schwierig anzunehmen, daß die damaligen Tiere ohne Sonne gelebt haben, noch dazu im Innern der Sonnenatmosphäre.

Nach Faye gehörten die Kometen ursprünglich zum Sonnensystem, wurden aber in den Wirbel nicht hineingezogen und beschrieben langgestreckte Bahnen um das System. Er teilte also das System in direkte (die sonnennächsten) und retrograde (die entferntesten). Die Bildung der letztgenannten fällt zeitlich nach der der Sonne. Uranus stand an der Grenze, daher die senkrechte Neigung seiner Mondbahnen. In noch höherem Grade gilt dies von Neptun, dessen Mondbahn geradezu rückläufig ist. Bei der Fayeschen Hypothese ändert sich die Anziehungskraft langsam, weil die Teilchen erst langsam und nach und nach zum Zentrum strömen und hier einen soliden Körper bilden. Dementsprechend ändert sich auch das r, aber die Bahn bleibt kreisförmig. Man kann auch sonst unter speziellen Annahmen beweisen, daß die Bahn immer sich selbst ähnlich bleibt und um so enger wird, je mehr die Masse der Sonne wächst. Sei für einen Planeten heute a der Radius der gegenwärtigen Bahn, w die Winkelgeschwindigkeit, so ist $w a^2$ das Drehungsmoment, welches seit immer bestanden haben muß. Waren nun a′ und w′ der Radius der Bahn und die Winkelgeschwindigkeit am Ursprung, so hat man: $w a^2 = w' a'^2$ (der Flächensatz für ein einziges Teilchen).

Zu Anfang war der Nebel von Faye homogen und sphärisch, woraus sich ergibt, daß sämtliche Winkelgeschwindigkeiten für alle Abstände dieselben waren.

Nehmen wir nun zum Beispiel an, daß der ursprüngliche homogene Nebel bis zum Neptun reichte (was als Minimum zu bezeichnen ist), so war seine Anziehung

auf Neptun dieselbe, wie wenn seine ganze Masse auf den Mittelpunkt konzentriert gewesen wäre, w' ist also unter diesen Annahmen die heutige Winkelbewegung des Neptun und die Formel $w a^2 = w' a'^2$ erlaubt, den ursprünglichen Abstand a' vom Zentrum des Nebels zu berechnen. Man erhält so eine Tafel von Merkur bis Neptun. In Erdbahnradien steigen die gegenwärtigen Abstände von 0,4 bis 30, die ursprünglichen von 10 bis 30. Demnach hatte sich Merkur dort gebildet, wo sich heute Saturn befindet.

Diese Theorie wurde hauptsächlich entwickelt, um zu begründen, warum die inneren Planeten direkt rotieren und die äußeren (Uranus und Neptun) indirekt.

Faye glaubt, daß die Laplacesche Planeten immer indirekt rotieren müssen[1]). Und so teilt er die Planeten in indirekte, die näheren, deren Bildung vor die der Sonne fällt, und die indirekten (Uranus und Neptun), deren Bildung nach der der Sonne erfolgt ist. Laplace kannte nur direkte Drehungen und erklärte, daß jeder neu entdeckte Planet oder Satellit eine direkte Drehung haben müßte. Er hatte unrecht. Für Faye können sich die Planeten um ihre Achse drehen wie sie wollen, aber er hätte gewettet, daß sich die Satelliten um ihre Planeten immer im Sinne ihrer Rotation bewegen. Auch er hätte die Wette verloren. Die Theorie von Faye ist geistvoll, aber sie erklärt die Kleinheit der Neigungen und Exzentrizitäten schwerer, als die von Laplace. Die größten Schwierigkeiten hätte er aber bei der retrograden Bewegung der äußersten Monde von Jupiter und Saturn gehabt, wenn er sie schon gekannt hätte. (Fortsetzung folgt)

Der gestirnte Himmel im Monat Juli 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Entdeckung eines schwachen Begleiters der Capella

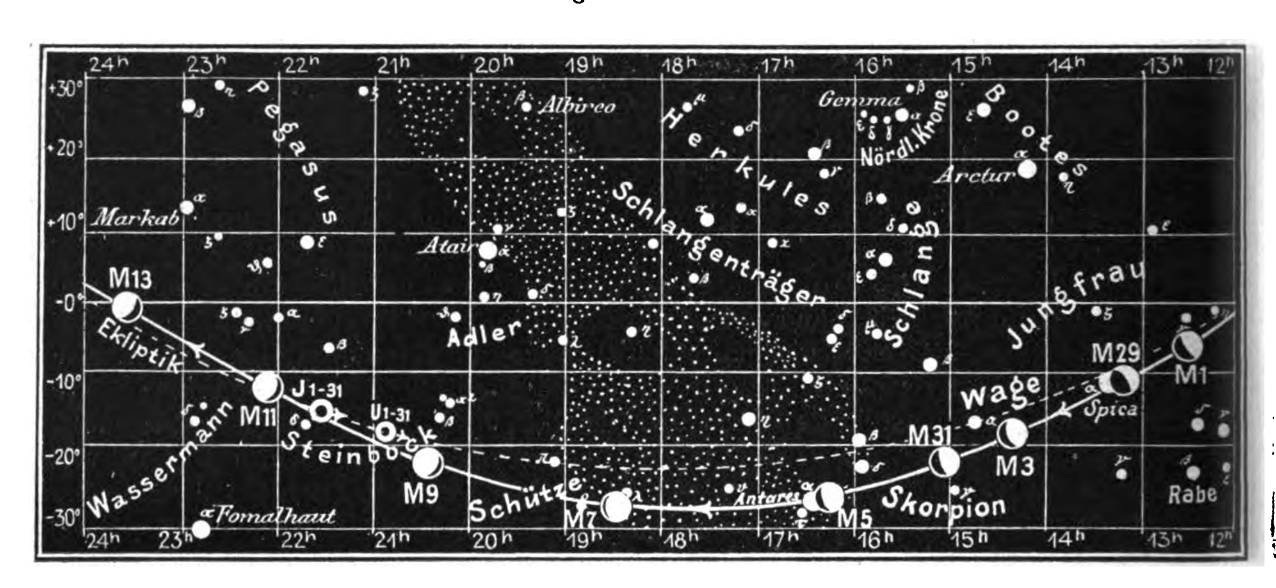
Unter den 15000 bekannten Doppelsternen gibt es eine große Zahl von schwachen Begleitern. Sie stehen zumeist recht nahe bei ihrem Hauptstern, oft sind sie sogar nur Bruchteile einer Bogensekunde von ihm entfernt. Was die Entdeckung des Dr. Furnhjelm auf der finnischen Sternwarte in Helsingfors so bemerkenswert macht, ist die große Entfernung von 12', das ist mehr als $^1/_3$ Monddurchmesser, in welcher der neuaufgefundene Begleiter von der Capella absteht. Aus verschiedenen Aufnahmen, die in Helsingfors zur Kartierung des Himmels in Zwischenräumen von 15 bis 17 Jahren gemacht worden sind, hat Dr. Furnhjelm die Eigenbewegung dieses schwachen Sternes bestimmen können, der 10,6. Größe auf der photographischen Platte ist. Es ergab sich der Wert der Eigenbewegung zu 0",42 in der Richtung 171°. Boss gibt in seinem vorläufigen Generalkatalog für Capella die Eigenbewegung auf 0",44 in der Richtung 169° an. Da insbesonders bei sehr hellen Sternen die Bestimmung der Eigenbewegung wegen der großen Lichtfülle, sowohl auf photograpischem wie auf visuellem Wege, besonders schwierig ist, so können wir die beiden Eigenbewegungen praktisch als vollständig übereinstimmend betrachten. Da aus Elkins Messungen auch eine Entfernungsbestimmung bekannt geworden ist, (=0",079) so muß dieser schwache Begleiter, der genau 12' 3",3 von der Capella absteht, in Wirklichkeit 7 Trillionen km Entfernung von seiner Sonne besitzen. Eine so große Entfernung in Bogenminuten ist bei keinem Doppelstern bisher bekannt. Der Positionswinkel beträgt 141° 20'. Es kommt noch hinzu, daß Capella, deren Licht 41 Jahre braucht, bis es zu uns gelangt, von Newall und Campbell schon früher als spektroskopischer Doppelstern er-

---

[1]) Wir haben gesehen, wie dieser Einwand gegen die Laplacesche Hypothese durch die Ebbe- und Fluterscheinungen zerstört werden kann



Fig. 1b



S = Sonne, M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

kannt worden ist. Da die scheinbare Entfernung dieser beiden Sterne nur einige Hundertstelbogensekunden beträgt, so kann man sie visuell im Fernrohr nicht von einander trennen. Wir haben hiernach in der Capella und ihren schwachen Begleitern ein äußerst interessantes dreifaches System vor uns.

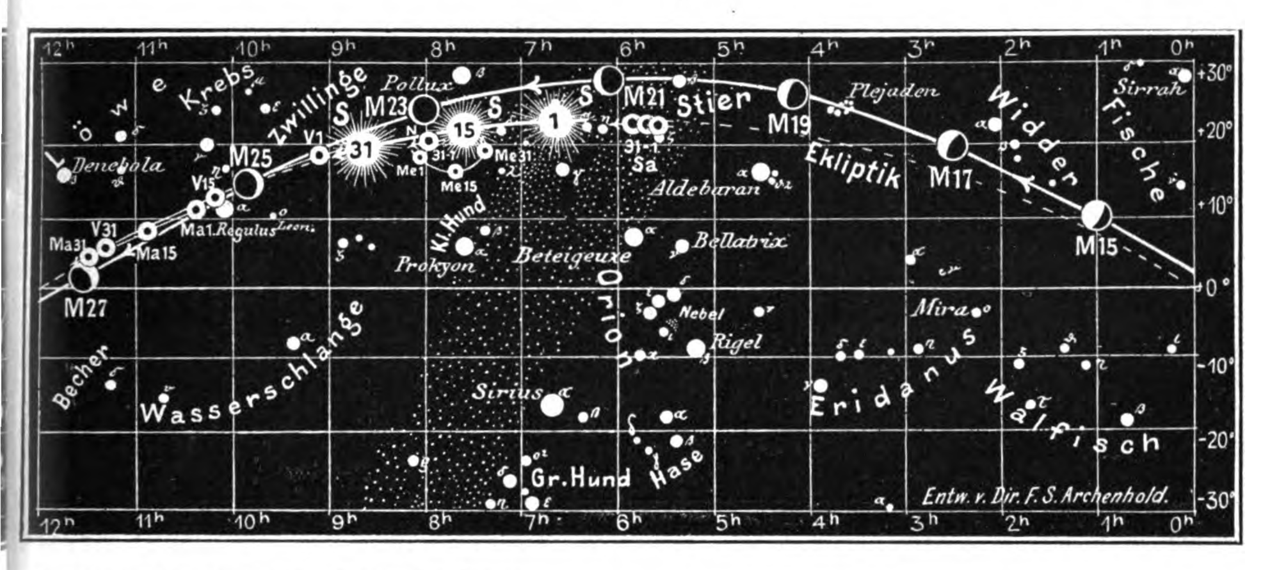
Burnham, hat in seinem Doppelsternkatalog sechs in der Nähe von Capella sich befindende Sterne aufgenommen. Aus den Helsingforser Platten läßt sich jedoch nachweisen, daß wenigstens die drei äußersten dieser angeblichen Begleiter, die nur zwischen 2′ und 8′ von der Capella abstehen, nicht mit dieser physisch verbunden sind.

Die Sterne

Der Himmelgrund erreicht erst abends $10^1/_2$ Uhr die Dunkelheit, welche ausreicht, um die Sterne genügend hell hervortreten zu lassen. Die hellen Sterne des Sommerhimmels, der rötliche Antares (Scorpion) im Süden, die blau-weiße Capella (Fuhrmann) im Norden, am Westhimmel die Spica in der Jungfrau und der Arktur im Bootes, am Osthimmel die Wega in der Leier, der Deneb im Schwan und der Atair im Adler werden schon gegen 10 Uhr sichtbar. Der Meridian läuft um diese Zeit im Süden zwischen Schützen und Scorpion durch die Mitte des Schlangenträgers, Herkules und Drachens zur Deichsel des kleinen Wagens und endigt im Norden zwischen Fuhrmann und Perseus, gerade da, wo die Milchstraße ihren sichtbaren Lauf über dem Horizont beginnt. Im Steinbock, in dem Jupiter zu finden ist, sind die beiden hellsten Sterne α und β gerade sichtbar geworden. Die Araber nennen diese beiden Sterne „Giedie“ und „Dabih“; ein scharfes Auges erkennt beide als doppelt. Giedie (α Capricorni) besteht zunächst aus zwei gelben Sternen 3,2. und 4,2. Größe, die 374″ von einander entfernt stehen. Jeder dieser beiden Sterne hat noch 2 schwache Begleiter, die aber nur in größeren Fernrohren zu beobachten sind, sodaß wir in Wirklichkeit hier ein sechsfaches System vor uns haben. Dabih (β Capricorni) ist auch ein bemerkenswertes System; der Hauptstern ist 2,5. Gr., von goldgelber Farbe und der Begleiter 6,0 Gr. und intensiv blau. Ihre Distanz beträgt 205″. John Herschel hat zwischen beiden Sternen noch einen Stern 11. Größe aufgefunden, der selbst doppelt erscheint. Er meinte, daß nur das Fernrohr, welches die Uranus-



Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

monde zeigt, diese beiden Sterne deutlich trennen kann. Da jetzt der Uranus nicht weit von ihnen absteht (siehe unsere Planetenkarte Fig. 1b, Feld 21h), kann diese Angabe leicht geprüft werden. Es kommt noch hinzu, daß Barnard im Jahre 1883 als der schwächere Stern 6. Größe gerade vom Monde bedeckt wurde, auch diesen als doppelt erkannt hat. In der geringen Distanz von 0″,8 sah er noch einen Stern 10. Größe.

Auch die beiden Sterne α und β im Wassermann erscheinen zum ersten Mal wieder über dem Horizont. β ist ein Doppelstern, den W. Herschel am 20. Juli 1782 zuerst entdeckt hat. Der Begleiter ist 11,5 Gr. und steht 33″ von seinem Hauptstern ab. Auch hier fand Burnham noch einen Begleiter 12. Gr. in einer Entfernung von 54″.

In Rekt. = 21 h 28 m, Dekl. = — 1° 16′ steht der berühmte Nebel, Messier 2, der 5′ bis 6′ groß ist. Obgleich das Objekt nur im ganzen die Helligkeit eines Sternes 6. Gr. hat, besteht es in Wirklichkeit aus Tausenden von Sternen die nach dem Zentrum zu immer dichter auftreten.

Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $6^1/_2{}^h$ bis $8^1/_2{}^h$) tritt im Monat Juli aus dem Zeichen des Krebses in das des Löwen. Am 2. Juli erreicht die Erde ihre größte Entfernung von der Sonne, 152 Millionen km.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Juli 1	+ 23° 10′	$3^h\,49^m$	$8^h\,30^m$	$60^1/_2{}^0$
- 15	+ 21° 38′	$4^h\,2^m$	$8^h\,21^m$	59°
- 31	+ 18° 26′	$4^h\,24^m$	$7^h\,59^m$	56°

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Juli von 2 zu 2 Tagen wieder eingetragen, seine Hauptphasen fallen auf folgende Daten:

Vollmond: Juli 7 3^h nachm. Neumond: Juli 23 $3^1/_2{}^h$ morgens
Letztes Viertel: - 15 $8^1/_2{}^h$ morgens Erstes Viertel: - 30 1^h nachts

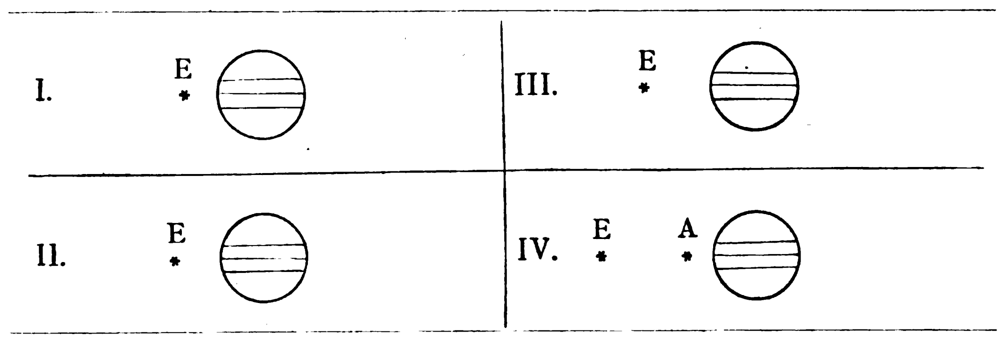
Im Monat Juli finden keine Sternbedeckungen statt.



Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

Juli

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr



Stellungen der Trabanten um 12ʰ30ᵐ Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1	3· ·1	O	·4
2	·3 ·2	O	1· ·4
3	·1	O	·3 ·2 · ·4
4		O	1·2. ·3 ·4
5	2.	O	·1 3· 4·
6	1·	O	3· 4· ·2 ●
7	3·	O	·1 ·4·
8	3· 1·2· 4	O	·
9	·3 4.·2	O	1·
10	4· ·1	O	·2 ·3 ●
11	4·	O	1·2. ·3
12	4· 2.	O	3· ·1 ●
13	·4 ·2	O	3·
14	·4 3·	O	.1 2.
15	3·4 1· 2·	O	
16	·3 ·2 ·4	O	·1
17	·1 ·	O	3 ·2 4
18		O	1· 2. ·3 ·4
19	2. ·1	O	3· ·4
20	O1· ·2	O	3· ·4
21	3·	O	·1 ·2 4·
22	O2· 3· 1·	O	4·
23	·3 .2 .	O	.1 4·
24	·1 ·3	O	·2 4·
25	O·	O	1· 2..3
26	4· 2· ·1	O	·3
27	4· ·2 1	O·	3·
28	4· 3·	O	·1 ·2
29	4· 3 1·	O	2·
30	·4 ·3 ·2	O	.1
31	·4 ·3	O	·2

Die Planeten

Merkur (Feld 8^h bis $7^1/_2{}^h$) ist rückläufig und während des ganzen Monats für kleinere Fernrohre infolge seiner Sonnennähe unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 97 auf 115 Millionen km zu, und entsprechend sein scheinbarer Durchmesser von 10",3 auf 8",7 ab. Erst Ende des Monats wird er am Morgenhimmel für kurze Zeit sichtbar.

Venus (Feld 9^h bis $11^1/_4{}^h$) ist zuerst $^5/_4$ Stunden und zuletzt nur noch $^3/_4$ Stunden lang am westlichen Abendhimmel zu sehen. Ihre Entfernung nimmt von 189 auf 157 Millionen km ab, der Durchmesser ist am 1. Juli 13",3 und am Ende des Monats 16" groß. Am 25. d. M. abends ist sie neben der jungen Mondsichel aufzufinden.

Mars (Feld $10^1/_2{}^h$ bis $11^1/_2{}^h$) ist Anfang des Monats noch eine Stunde lang am Westhimmel zu sehen, aber schon Ende des Monats wegen seines tiefen Standes unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 301 auf 328 Millionen km zu, sein Durchmesser von 4",7 auf 4",3 ab. Auf der Flagstaff-Sternwarte ist auf dem Mars in dem Monat, der unserem Oktober entspricht, ein Reifniederschlag beobachtet worden. Die Tageslänge auf dem Mars hat sich genau zu $24^h\,37^m\,22^s,57$ ergeben. Am 31. Januar sind zwei Staubauswürfe in Gestalt von Staubstürmen gesehen worden. Der lange Kanal Aethiops, welcher sich vom Sithonius-Becken längs Elysium im Meridian (240°) zum Mare Cimmerium hinzieht und 15 Jahre unverändert geblieben ist, hat sich verdoppelt.

Jupiter (Feld $21^1/_2{}^h$) tritt nun bald der Sonne gegenüber und ist daher während der ganzen Nacht sichtbar; er bleibt bis zum Ende des Jahres mit Uranus zusammen im Sternbilde des Steinbocks stehen. Am 10. Juli tritt er in Konjuktion mit dem Monde. Sein Polardurchmesser nimmt von 42",6 auf 44",9 zu, seine Entfernung von der Erde von 639 auf 607 Millionen km ab. Die Stellungen der Jupitersmonde für den Monat Juli finden unsere Leser auf der vorangehenden Seite.

Saturn (Feld $5^1/_2{}^h$ bis $5^3/_4{}^h$) ist wieder aus den Strahlen der Sonne herausgetreten, gegen Mitte des Monats bereits $^1/_2$ Stunde, und Ende des Monats sogar schon $1^1/_2$ Stunden lang im Nordosten sichtbar. Am 20. Juli tritt er in Konjunktion mit dem Monde. Sein Polardurchmesser beträgt am 31. Juli 15",7, seine Entfernung von der Erde 1461 Millionen km. Der Ring des Saturn ist zur Zeit sehr günstig zu beobachten; der Durchmesser der kleinen Achse ist jetzt fast halb so groß wie der Durchmesser der großen Achse des Ringes. Die Öffnung des Ringes erscheint jetzt fast unverändert. Beim 4. und 5. Saturnssatelliten hat Prof. Lowell Helligkeitsschwankungen festgestellt, die zeigen, daß diese Monde ihrem Planeten immer dasselbe Gesicht zuwenden, auch konnten noch, abgesehen von der Cassinischen Trennung, sieben Teilungen im Saturnsring gesehen werden.

Uranus (Feld 21^h) ist Ende Juli bereits wieder 4 Stunden lang sichtbar. Seine Entfernung beträgt zu Anfang des Monats 2840 und am Ende 2819 Millionen km. Er besitzt eine dichte atmosphärische Hülle, welche eine grünliche Färbung zeigt.

Neptun (Feld 8^h) ist anfangs wegen seiner Sonnennähe sehr schwer zu beobachten und erst gegen Ende des Monats wieder besser sichtbar. Seine Entfernung beträgt alsdann 4644 Millionen km.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Juli	10	8^h morgens	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	20	4^h nachm.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	22	9^h morgens	Merkur in Konjunktion mit dem Monde.
-	26	7^h morgens	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	26	5^h nachm.	Mars in Konjunktion mit mit dem Monde

Kleine Mitteilungen

Archimedes' Ansichten über den Bau des Weltalls. Vor kurzem ist eine deutsche Ausgabe der Werke des großen griechischen Mathematikers und Physikers Archimedes erschienen (Archimedes' Werke. Mit modernen Bezeichnungen herausgegeben und mit einer Einleitung versehen von Sir Thomas L. Heath. Deutsch von Dr. Fritz Kliem. Berlin, Verlag von Julius Springer. XII u. 477 S., 1914. Pr. 16,00 M), die uns einen tiefen Einblick in die Werkstatt dieses genialen Forschers tun läßt.

Uns interessieren natürlich die mathematischen und anderen Arbeiten und Anschauungen Archimedes' erst in zweiter Linie[1]). Wir fragen, welche Anschauungen der geniale Denker über das Weltall gehabt hat. Darüber äußert er sich in einer Arbeit „Die Sandrechnung", die wir mit freundlicher Erlaubnis des Verlages hier auszugsweise wiedergeben, natürlich nur insoweit, wie darin astronomische Darlegungen enthalten sind. Wer sich für den Gang der „Sandrechnung" weiter interessiert, sehe im Original nach. Es heißt dort folgendermaßen.

„Es gibt Leute, König Gelon, die der Meinung sind, die Zahl des Sandes sei unendlich groß; und ich meine mit dem Sande nicht nur den, der sich bei Syrakus und im übrigen Sizilien befindet, sondern auch den in allen möglichen bewohnten oder unbewohnten Gegenden. Andere gibt es, die ihn zwar nicht für unendlich halten, aber doch meinen, daß noch keine Zahl genannt worden sei, die seine Menge zu übertreffen imstande wäre. Und es ist klar, wenn die Anhänger dieser Meinung sich eine aus Sand bestehende Masse dächten, die der Erdmasse im übrigen gliche. und alle Meere und Vertiefungen der Erde bis zur Höhe der höchsten Berge mit Sand aufgefüllt, daß sie dann noch viel weniger einsehen würden daß man eine die Menge dieses Sandes übertreffende Zahl angeben könne. Aber ich will Dir durch geometrische Beweise, denen Du folgen kannst, zu zeigen suchen, daß unter den von mir benannten und in dem an Zeuxippus gesandten Werke angegebenen Zahlen einige nicht nur größer sind als die Zahl der Sandmasse, die der in der beschriebenen Weise vollgefüllten Erde an Größe gleich ist, sondern auch als die einer Masse, die an Größe dem Weltall gleich ist. Nun weißt Du, daß die meisten Astronomen mit „Weltall" die Kugel bezeichnen, deren Mittelpunkt der Mittelpunkt der Erde und deren Radius die Strecke zwischen dem Mittelpunkte der Sonne und dem Mittelpunkte der Erde ist. Das hast Du aus den von den Astronomen geschriebenen Darlegungen gelernt. Aristarch von Samos hat nun ein aus gewissen Hypothesen bestehendes Buch herausgegeben, in dem die Annahmen zu dem Ergebnis führen, daß das Weltall vielemal so groß ist wie das, was ich eben so genannt habe. Er setzt voraus, daß die Fixsterne und die Sonne unbeweglich seien, daß die Erde sich in einer Kreislinie um die Sonne bewege, die im Mittelpunkte der Bahn liege, und daß die Kugel der Fixsterne, um denselben Mittelpunkt wie die Sonne gelegen, so groß sei, daß der Kreis, den er sich von der Erde durchlaufen denkt, sich zu der Entfernung der Fixsterne verhält wie der Mittelpunkt der Kugel zu ihrer Oberfäche. Nun ist leicht zu sehen, daß das nicht möglich ist; denn da der Mittelpunkt der Kugel keine Größe hat, können wir nicht sagen. daß er zu der Oberfläche der Kugel irgend ein Verhältnis habe. Wir müssen jedoch annehmen, daß Aristarch folgendes meint: da wir uns die Erde gewissermaßen als Mittelpunkt des Weltalls denken. ist das Verhältnis der Erde zu dem, was wir „Weltall" nennen, dasselbe wie das Verhältnis der Kugel, die den Kreis enthält, den er sich von der Erde durchlaufen denkt, zu der Kugel der Fixsterne. Denn die Beweise seiner Ergebnisse paßt er einer solchen Voraussetzung an und insbesondere scheint er vorauszusetzen, daß die Größe der Kugel, auf der er die Erde sich bewegend denkt, dem gleich sei, was wir das „Weltall" nennen.

Ich behaupte nun, selbst wenn eine Kugel aus Sand hergestellt würde, so groß wie sich Aristarch die Kugel der Fixsterne denkt, so kann ich auch dann noch beweisen, daß von den in den „Grundzügen" benannten Zahlen einige die Zahl des Sandes übertreffen, der der genannten Kugel an Größe gleich ist, wenn folgende Annahmen zugrunde gelegt werden.

1. Der Umfang der Erde ist etwa 3 000 000 Stadien lang und nicht größer.

Zwar haben einige, wie Du ja weißt, zu beweisen versucht, daß der genannte Umfang etwa 300 000 Stadien betrage. Aber ich gehe weiter, und indem ich die Größe der Erde zehnmal so groß ansetze, wie sie meine Vorgänger schätzten, nehme ich an, daß ihr Umfang etwa 3 000 000 Stadien und nicht mehr beträgt.

2. Der Durchmesser der Erde ist größer als der Durchmesser des Mondes, und der Durchmesser der Sonne größer als der Durchmesser der Erde.

---

[1]) S. auch Heiberg, Archimedes, seine Entwicklung und die Wirkung seiner Schriften. Das Weltall 9. Jg. Hefte 11 und 12 S. 161 fg. und 184 fg.

In dieser Annahme stimme ich mit den meisten der früheren Astronomen überein.

3. Der Durchmesser der Sonne ist etwa 30 mal so groß wie der Durchmesser des Mondes und nicht größer.

Zwar hat von den früheren Astronomen Eudoxus ihn für etwa 9 mal so groß erklärt und mein Vater Phidias für 12 mal so groß, während Aristarch zu beweisen versucht hat, daß der Durchmesser der Sonne größer als das 18 fache, aber kleiner als das 20 fache des Monddurchmessers ist. Ich greife jedoch, um ganz sicher zu gehen, noch höher als Aristarch und nehme den Durchmesser der Sonne etwa 30 mal so groß wie den des Mondes und nicht größer an.

4. Der Durchmesser der Sonne ist größer als die Seite des dem größten Kreise (auf der Kugel) des Weltalls eingeschriebenen Tausendecks.

Ich mache diese Annahme, weil Aristarch gefunden hat, daß die Sonne etwa $\frac{1}{720}$ des Tierkreises zu sein scheint, und ich selbst nach einer Methode, die ich sogleich beschreiben will, experimentell (ὀργανικῶς) den Winkel zu finden versucht habe, unter dem die Sonne dem Auge erscheint."

[Bis zu dieser Stelle ist die Abhandlung wörtlich übersetzt, weil die ipsissima verba des Archimedes über einen derartigen Gegenstand historisch interessant sind. Der Rest des Werkes kann nun freier wiedergegeben werden, und, bevor wir zu seinem mathematischen Inhalt übergehen, ist nur noch zu bemerken nötig, daß Archimedes zunächst beschreibt, wie er zu einer oberen und unteren Grenze für den Sehwinkel der Sonne gekommen ist. Dazu nimmt er einen langen Stab oder ein Lineal (κανών), befestigt an seinem Ende einen kleinen Zylinder oder eine Scheibe, bringt den Stab in die Richtung der Sonne gleich nach ihrem Aufgange (so daß es möglich ist, direkt nach ihr hinzusehen), bringt dann den Zylinder in solche Entfernung, daß er die Sonne genau verdeckt, und mißt schließlich den Sehwinkel des Zylinders. Er setzt auch die Korrektion auseinander, die er für nötig hält, „weil das Auge nicht von einem Punkte, sondern von einer gewissen Fläche aus sieht".]

„Der Versuch ergab, daß der Sehwinkel des Sonnendurchmessers kleiner als $\frac{1}{164}$ und größer als $\frac{1}{200}$ eines rechten Winkels ist.

Es ist zu beweisen, daß (auf Grund dieser Annahme) der Durchmesser der Sonne größer ist als die Seite eines einem größten Kreise des „Weltalls" eingeschriebenen gleichseitigen Tausendecks."

Dieser Beweis folgt dann sehr umständlich mit Hilfe der Geometrie.

Es ist rührend zu sehen, wie sich Archimedes mit der Bezeichnungsweise der Zahlen abquält, um sich deutlich zu machen, wie er dann wieder auf den Sand und die Zahl der Sandkörner kommt und wie er seine Aufgabe endlich löst. Der Schluß heißt dann:

„Ich vermute, König Gelon, daß diese Dinge der großen Menge von Leuten, die sich nicht mit Mathematik beschäftigt haben, unglaublich erscheinen, denen aber, die etwas davon verstehen und die Erörterung der Entfernungen und Größen der Erde, der Sonne, des Mondes und des ganzen Weltalls verfolgt haben, auf Grund des Beweises einleuchten werden. Und aus diesem Grunde fand ich den Gegenstand Deiner Beachtung nicht unwürdig."

Da es für viele außerordentlichen Reiz haben dürfte, die Methoden des alten Forschers kennen zu lernen, sowie sich über den Stand der mathematischen und astronomischen Kenntnisse jener Zeit zu orientieren, ist die Herausgabe der Werke Archimedes' sehr zu begrüßen. Zur Anleitung für das Studium ist eine große Zahl Noten angebracht. Ferner berichtet die 137 Seiten umfassende Einleitung in sieben einzelnen Abschnitten allgemeines über Archimedes, sein Leben und seine Werke, deren Schicksale im Laufe der Zeiten, über die Mathematik der Alten und ihre Methoden. Die eigentlichen Werke (gekürzt) kommen im zweiten Teile. Sie enthalten: Zwei Bücher über Kugel und Zylinder, die Kreismessung, über Konoide und Sphäroide, über Spiralen, zwei Bücher über das Gleichgewicht von Ebenen, die Sandrechnung, die Quadratur der Parabel, zwei Bücher über schwimmende Körper, mechanische Sätze, Fragmente, das Buch der Hilfssätze und schließlich die bekannte Rinderaufgabe. — Die Ausstattung des Buches ist sehr zu loben.

F. L.

Die größte Mächtigkeit der Wolken. Man ist geneigt, die in mehreren hundert Meter starken Wolkenschichten enthaltene Feuchtigkeit zu unterschätzen. Es ist daher von Interesse, über die Dicke der Wolkenschichten genaueres zu erfahren. Hauptsächlich die Beobachtungen bei Ballonfahrten können darüber Aufschluß geben. Wir finden das Material darüber in dem großen vorzüglichen „Lehrbuche der Meteorologie" von Prof. Julius Hann (das jetzt bei Tauchnitz in Leipzig in dritter Auflage neu erscheint) zusammengetragen, dem wir in der Darstellung

folgen. „Bei der Ballonfahrt von Barral und Bixio am 27. Juli 1850 wurde eine Wolkenschicht durchkreuzt, die größtenteils aus unterkühlten Tröpfchen bestand und mehr als 5 km Dicke besaß. Die neueren Wolkenmessungen haben desgleichen ergeben, daß die senkrechte Mächtigkeit der Cumuluswolken (das sind Haufenwolken, deren Gipfel die Form einer Kuppel hat, während die untere Begrenzung wagerecht flach ist) mehrere Kilometer erreichen kann. Die Berliner Ballonfahrten haben einige sehr bemerkenswerte Erfahrungen geliefert. Die Hochfahrt vom 8. Mai 1894 ging zuerst in der Höhe von 1750 bis 5000 m durch eine Schneewolke, dann setzte sich dieselbe als Eiskristallwolke bis 5,7 km fort, der noch ein Eisnebel bis zur Höhe von 7750 m folgte. Diese Wolkenlager waren also etwa 6 km mächtig. Auch bei der Fahrt vom 14. März 1893 wurde eine Eisnebelwolke von nahezu 5 km Mächtigkeit durchfahren. Die Potsdamer Wolkenmessungen haben Dicken von 50 bis über 4600 m ergeben; sie sind auch getrennt für die einzelnen Wolkenarten registriert. Die dicksten Wolken waren da die Platzregenwolken.

Der ausgezeichnete Wolkenforscher Cl. Ley gibt an, daß er im Winter bei kaltem Wetter nicht selten leichte Schneeschauer habe fallen sehen aus Wolken in etwa 300 m Höhe und nur 120 m Dicke. Auch leichter Regen kann aus solchen Wolken fallen, namentlich über dem Meere. Im Winter sind Regenwolken von mehr als 3 km Dicke äußerst selten, aber im Sommer hat Ley solche oft messen können und selbst noch mächtigere. Im Sommer sah er eine Gewitterwolke, deren unterste Fläche 300 m über den Gipfel des Mont Blanc sich befand, während die Scheitel derselben sich 4800 m darüber erhoben. Am 13. August 1857 konnte Ley die Dicke einiger Hagelwolken messen; die Unterfläche war etwa 1000 m über der Erde und die senkrechte Mächtigkeit betrug 7600 m. Aber selbst diese Dicke wurde im Sommer 1872 durch zahlreiche Gewitterwolken erheblich übertroffen, am 3. September 1867 und 4. August 1878 betrug deren Mächtigkeit 9700 m. Die Mehrzahl dieser Wolkenmassen von enormer Dicke lieferten schweren Hagel, doch einige derselben auch nur Regen. Messungen der Wolkenhöhen in den Tropen, meint Ley, würden noch erstaunlichere Ergebnisse liefern. Die Gipfel oder höchsten Schichten der Regenwolken erreichen im Winter wie im Sommer die Cirrusregion, doch liegt diese im Sommer viel höher. Die Scheitel der enorm mächtigen Gewitterwolken, die eben genannt wurden, kann man aber selbst die Cirren durchbrechen und deren Niveau um einige tausend Fuß überschreiten sehen.

H. W. Clayden hat sich bemüht, die Dicke der Regenwolken nach einer einfachen Methode zu bestimmen und die Abhängigkeit des Charakters der Niederschläge von der Dicke der Wolken festzustellen. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Größe der Regentropfen und die Intensität der Niederschläge von der Dicke der Regenwolken abhängt. Wolken, deren Mächtigkeit geringer als 600 m ist, liefern selten Niederschläge, oder ihr Regen ist sehr leicht. Bei einer Dicke von 600 bis 1200 m ist die Größe der Tropfen mäßig. Wenn die Dicke größer wird, wächst auch die Größe der Tropfen und gleichzeitig wird ihre Temperatur niedriger, bis sie Hagel fallen lassen kann — wenn die Dicke 1800 m überschreitet und bis 3100 m erreicht.

Wolken von so großer Mächtigkeit können sich natürlich nur in aufsteigenden Luftmassen bilden, sei es in den großen atmosphärischen Wirbeln oder bei lokalen Störungen des Gleichgewichts, wie bei den meisten Sommergewittern.

Die Dicke der Wolken ist also, wie wir hieraus ersehen, beschränkt. Das ist an sich ja selbstverständlich, denn die für die Witterung wichtigen Luftschichten beschränken sich auf die zehn untersten Kilometer, reichen jedenfalls über 10 oder 15 km nicht hinauf. Größere Mächtigkeit werden wir daher bei den Wolken nie feststellen. Wolkenschichten von 10 km Dicke sind jedenfalls schon die dicksten und kommen selten vor.

Bücherschau

Plotnikow, J., Photochemische Versuchstechnik. Leipzig. Akademische Verlagsgesellschaft. 571 S. mit 189 Abb. Pr. 11 M

Die verschiedenen brauchbaren Lichtquellen, Thermostate und optischen Meßinstrumente werden aufgezählt und eine Reihe photochemische Vorlesungsversuche dargestellt. Gut ist die Beifügung umfangreicher Quellenangaben bei jedem einzelnen Abschnitt.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Erdlicht auf der Venus und Helligkeit des Vollmondes

Von Dr. K. Graff, Observator der Hamburger Sternwarte

Die Ableitung der Erdalbedo durch Frank W. Very in den A. N. **196**.269 gestattet eine zahlenmäßige Untersuchung der Frage, ob das zuweilen beobachtete graue Licht der Nachtseite der Venus als zurückgeworfenes Erdlicht gelten könne oder nicht. Während G. Müller[1]) diese Frage als durchaus diskutabel hinstellt, bemerkt Scheiner[2]), daß die Erde auch „nicht entfernt intensiv genug ist, um im Widerschein an der Venus wahrgenommen werden zu können." Nach den Untersuchungen von Very scheint die Erdalbedo sehr nahe derjenigen der Venus zu sein, so daß man bei den fast gleichen Dimensionen beider Planeten auch die photometrischen Ergebnisse der Venuserscheinungen mit einiger Berechtigung unmittelbar auf die Erde übertragen und sich die Frage vorlegen kann, welche Helligkeit der Planet aufweisen würde, wenn wir ihn bei den günstigen Entfernungsverhältnissen der unteren Konjunktion in voller Beleuchtung sehen könnten.

Nun erscheint die Venus in mittlerer oberer Konjunktion als ein Stern — $3^m.53$[3]), sie würde somit in mittlerer unterer Konjunktion, d. h. im Abstande 0.277 von der Erde bei voller Beleuchtung als ein Stern — $7^m.5$ am Himmel glänzen. Da die größte Helligkeit des Planeten — $4^m.3$ beträgt, so würde demnach bei gleichem Abstand von der Sonne, bei gleicher Größe und Albedo die Erde diesem in Oppositionsstellung in einem Glanze erstrahlen, der der 19-fachen Helligkeit der Venus zur Zeit ihrer größten Lichtentfaltung entspricht. Wegen des größeren Abstandes der Erde von der Sonne wird das Verhältnis geringer, aber immer noch recht bedeutend, nämlich 10.6, und die Oppositionshelligkeit der Erde im Abstande 0.277 gleich — $6^m.9$.

Von dem in Frage kommenden Helligkeitswert erhält man vielleicht eine anschaulichere Vorstellung, wenn man ihn auf den Mond überträgt. Nimmt man für den Vollmond die Helligkeit — $11^m.8$[4]) an, so wird nach den visuellen Helligkeitstafeln der Phasen von Bond, Pickering, Stebbins und Brown u. a. die Größe — $6^m 9$ etwa bei dem Phasenwinkel 138° erreicht, d. h. fast genau $3^1/_2$ Tage vor bezw. nach Neumond. Die Erleuchtung entspricht in diesen Phasen derjenigen einer Normalkerze in 18 m Abstand, sie könnte also vielleicht hinreichend sein, um die Beobachtung des grauen Lichtes der Venus zwanglos zu erklären, wenigstens soweit Beobachtungen in der Nähe der unteren

1) G. Müller, Photometrie der Gestirne S. 362
2) Scheiner, Populäre Astrophysik S. 477
3) G. Müller, Photometrie der Gestirne S. 368
4) Desgl. S. 340



Konjunktion, die weitaus die Mehrzahl der Fälle bilden[1]), in Frage kommen. Die Schwierigkeit einer einheitlichen Erklärung der Erscheinung dürfte freilich damit nicht beseitigt sein, da das Phänomen nicht regelmäßig aufzutreten pflegt und z. T. sogar nicht als Aufhellung sondern als Lichtdämpfung der Schattenseite der Venus gegenüber dem Himmelshintergrunde beschrieben worden ist.

Bei der Entnahme der Beleuchtungsstärke des Vollmondlichtes aus der einschlägigen Literatur ist mir die bedeutende Unsicherheit dieses Fundamentalwertes aufgefallen[2]), und ich versuchte daher, die hohe Winterstellung des Vollmondes für eine Neubestimmung seiner Beleuchtungskonstante zu verwerten. In der ungünstigen Jahreszeit gelangen an 3 Tagen nur 5 Messungsreihen, bei denen allerdings der Himmel ausgezeichnet rein und die Luft sehr durchsichtig war. Die Messungen wurden mit einem Weberschen Photometer bei senkrecht auffallendem Mondlicht ausgeführt, nachdem die als Vergleichslicht dienende Benzinflamme durch Vorschalten eines Kobaltglases etwa auf die mittlere Farbe zwischen Mond und Amylazetatlampe abgestimmt war. An jede Messung des Mondes schloß sich unmittelbar eine Eichung der Vergleichsflamme an, außerdem wurde jedesmal, um veränderte Beobachtungsbedingungen zu erzielen, die Höhe der Benzinlampe meßbar verändert. Es ist also jede nur mögliche Vorsicht angewendet, um das Resultat recht einwandfrei zu gestalten.

In der folgenden Übersicht ist das Ergebnis der Beobachtungen mitgeteilt. Die scheinbare Zenitdistanz des Mondes ist dabei auf halbe Grade abgerundet. Unter „Vgl.“ sind zwei Ziffern mitgeteilt, von denen die erste die Zahl der Mondeinstellungen, die zweite die Zahl der anschließenden Messungen der Hefnerkerze angibt. Für die Zenitreduktion benutzte ich die Potsdamer Extinktionswerte, und für die Reduktion auf Vollmond habe ich mir nach dem Mittelwert: Herschel, Zöllner, Pickering[3]), Stebbins und Brown[4]) [Bonds stark abweichende Ergebnisse sind absichtlich nicht berücksichtigt worden] eine kleine Tafel angelegt, die den betreffenden Faktor für jeden Phasenwinkel entnehmen läßt.

1913/14		M. Z. Gr.	Vgl.	z	Phase (Vollm. = 0°)	p	Luxwert HK	Vollmond (p=57′2″) HK
Dezember	14	$9^h\ 33^m$	10,10	40°.5	16°	57′ 34″	0.1940	0.278
	14	12 2	10,16	26 .5	17	57 37	0.1917	0.269
Januar	11	9 25	24,12	33 .5	4	58 23	0.2786	0.297
	13	10 26	20,10	47 .0	22	59 24	0.1674	0.267
	13	12 31	20,14	36 .5	23	59 26	0.1504	0.234

Die Beleuchtung einer Fläche durch den Vollmond im Zenit bei der mittleren Entfernung von 59.27 Erdhalbmessern vom Beobachtungsorte entspricht demnach 0.2690 Hefnerkerzen im Abstande von 1 m, oder wenn die Hefnerkerze gleich 0.9415 Walratkerzen (Normalkerzen) gesetzt wird, 0.2533 Normalkerzen mit einer mittleren Abweichung von $\pm$0.014 NK. Das Ergebnis stimmt mit dem

[1]) Vgl. die Zusammenstellung der Beobachtungen seit W. Derham (1714) in Kleins Handbuch der allgem. Himmelsbeschreibung, S. 91 ff

[2]) S. die Zusammenstellung bei Scheller, Astron. Beob. Prag 1905 bis 1909, S. 113

[3]) Harv. Ann. **61**.66, Fig. 5

[4]) Ap. J. **26**.326 ff

Mittel der bisherigen visuellen Bestimmungen (0.251 NK)[1] recht gut überein. Unstatthafte Abweichungen bleiben bei Wollaston (0.165 NK) und im entgegengesetzten Sinne bei W. H. Pickering (0.363 NK) übrig. Der Wollastonsche Wert ist am besten fortan auszuschalten wegen der relativ tiefen Stellung des Mondes bei der Messung[2]) während bei dem zweiten die benutzte Helligkeitseinheit durch Vorschaltung eines Blaufilters die Bedeutung einer „Normalkerze“ im gewöhnlichen Sinne verloren hat.

Um auch diese Frage zu untersuchen, habe ich am letzten Beobachtungsabend, 1914 Jan. 13, Mond und Hefnerkerze auch durch ein dunkles blaugrünes Glas, das die roten und gelben Strahlen fast völlig absorbiert, miteinander verglichen. Die Messungen (12 bezw. 10 Einstellungen) erfolgten $11^h\,44^m$ m. Z. Gr. bei einer Zenitdistanz von 39° und ergaben den Luxwert in Hefnerkerzen zu 0.1979, d. h. nach entsprechender Zenit-, Entfernungs- und Phasenreduktion 0.307 Hefnerkerzen in 1 m Entfernung. Dieser Wert nähert sich tatsächlich bereits dem von Pickering erzielten Resultat. Daneben läßt er aber erkennen, daß durch die Abblendung der roten und gelben Strahlen die Beleuchtungsverhältnisse sich nicht so stark ändern, wie man bei der auffallend hohen von Abney und Scheller festgestellten photographischen Aktinität des Mondlichtes gegenüber der Hefnerkerze (Vollmond = 2.7 NK) eigentlich erwarten sollte.

Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

Elektrische Maßeinheiten: Das Silbervoltameter

Es dürfte wohl hinlänglich bekannt sein, daß alle physikalischen und technischen Messungen auf drei Grundmaßeinheiten bezogen werden, die Längeneinheit das Zentimeter, die Masseneinheit das Gramm und die Zeiteinheit die Sekunde. Das auf diesen Einheiten aufgebaute streng systematische Maßsystem, das alle verschiedene Einheiten umfaßt, nennt man das absolute Maßsystem, indem man einer älteren, aber nicht sehr zutreffenden Bezeichnungsweise folgt. Jede physikalische Messung einer beliebigen Größe, die sie auf jene Grundeinheiten zurückführt, nennt man eine absolute Messung. Jede Längenmessung ist naturgemäß eine absolute, eine Kraftmessung dagegen, wenn sie z. B. mit einer Wage ausgeführt wird, nicht ohne weiteres. Eine elektrische Widerstandsmessung kann absolut ausgeführt werden, kann auch, und das ist in der Praxis das selbstverständliche, nicht absolut, durch Vergleich mit einer bekannten Widerstandseinheit, einem Widerstandsnormal, merklich vereinfacht werden. Gerade bei der Unzahl der technischen elektrischen Messungen ist es dringend notwendig, bequeme Vergleichseinheiten zur Verfügung zu haben, die leichter anzuwenden sind, als eine Zurückführung auf absolute Einheiten.

Durch internationale Übereinkunft sind nun zwei elektrische Einheitsmaße festgelegt worden, das internationale Ohm, als Widerstandseinheit, eine Quecksilbersäule von rund 106 cm Länge und ein Quadratmillimeter Querschnitt, und, wenn man so sagen darf, eine Stromstärkeneinheit, das Ampère, dar-

[1]) A. Scheller, a. a. O. S. 113

[2]) G. Müller, a. a. O. S. 337



gestellt durch einen Strom, der in einer Sekunde im Silbervoltameter 1,11800 Milligramm Silber abscheidet. Die genaueren Definitionen jener Einheiten, die hier nicht mitgeteilt werden sollen, sind natürlich mit Rücksicht auf die besten Messungen absoluter Art aufgestellt. Die dritte elektrische Einheit, die der Spannung, in Volt gemessen, braucht nicht weiter definiert zu werden, da sie durch jene beiden und das Ohmsche Gesetz gegeben ist, indem die Spannungseinheit zwischen den Enden eines Widerstandes von Einheitsgröße besteht, durch den ein Strom von der Stärke eines Ampère fließt. Indessen braucht die Praxis auch eine einfache Spannungseinheit, für die allgemein die Spannung zwischen den Polen des Weston- oder Kadmium-Normalelementes gilt, die etwas größer als ein Volt ist. Diese Einheit kann naturgemäß nach obigem nicht mehr gesetzlich festgelegt werden.

Aufgabe der großen wissenschaftlich-technischen Staatsinstitute ist es nun, einmal durch absolute Messungen jene beiden gesetzlichen näher zu bestimmen, ihr Unveränderlich zu prüfen und die Unterlagen anzugeben, auf denen eine Eingliederung jener in das Maßsystem der Physik erfolgen kann, die Übereinstimmung der Normale der verschiedenen Länder zu prüfen und endlich neue sekundäre Einheiten, d. h. von jenen abgeleitete, herzustellen, die den Bedürfnissen der praktischen Meßtechnik genügen. Die wichtigsten jener Institute sind die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg für das Deutsche Reich, das National Physical Laboratory in Teddington bei London für England und das Bureau of Standards in Washington für die Vereinigten Staaten von Amerika. Abgesehen von den absoluten Messungsreihen ist also ihre Aufgabe neben der Vergleichung ihrer Normale untereinander in der Hauptsache folgende: die Konstanterhaltung ihrer Widerstandsnormale, die Aufstellung der Vorschriften zum Gebrauch des Silbervoltameters und die Messung der elektromotorischen Kraft oder Spannung des Westonelements auf Grund jener beiden vorhergehenden Arbeiten. Man darf die Bedeutung solcher nicht unterschätzen, von ihnen hängt die Zuverlässigkeit und internationale Übereinstimmung aller technischen elektrischen Messungen ab. Von jenen Instituten werden die Normale und Meßgeräte geprüft, mit welchen die Laboratorien der Fabriken ausgerüstet sind, die nach ihnen ihre eigenen Normale prüfen und überwachen und die technischen Meßgeräte, wie Elektrizitätszähler, direkt zeigende Instrumente mit Ableseskalen, wie die an den Schalttafeln der Elektrizitätswerke usw. herstellen. Die elektrischen Messungen sind so in den letzten Jahrzehnten zu einer besonders hohen Vollkommenheit gebracht, so daß sie zu den genauesten gehören, die überhaupt angestellt werden können.

Gehen wir in aller Kürze auf die silbervoltametrischen Messungen, die kürzlich von dem deutschen und amerikanischen Institut veröffentlicht sind, ein. Das Silbervoltameter besteht aus einem Platintiegel, der mit einer Silbernitrat-(Höllenstein)-Lösung gefüllt ist, in die ein Silberstab eintaucht. Der zu messende elektrische Strom (naturgemäß Gleichstrom) tritt durch den Silberstab ein, durchfließt die Lösung, aus der er je nach seiner Stärke und Zeitdauer ein bestimmtes Quantum metallisches Silber abscheidet, das sich im Innern des Platintiegels festsetzt und das stets neu von dem Silberstab durch Auflösung in die Flüssigkeit übergeht und so ersetzt wird. Beobachtet man die Zeitdauer des Stromdurchganges und die Gewichtsänderung des trockenen Platintiegels, d. h. die Menge des niedergeschlagenen Silbers, so kann man gemäß der gesetzlich festgelegten Silbermenge, die ein Strom von einem Ampère Stärke in

einer Sekunde niederschlägt (vgl. oben), die tatsächliche Stromstärke berechnen. Um aber ein wirklich zuverlässiges Maß der Stromstärke zu haben, müssen eine ganze Menge Vorsichtsmaßregeln beachtet werden, deren genauere Untersuchung eben jene Arbeiten enthalten. Neben der Bestimmung der Zeitdauer des Stromdurchganges, die ja, vorausgesetzt daß es sich nicht um sehr wenige Minuten handelt, ohne größere Mühe recht genau bestimmt werden kann — die Versuchsdauer in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt war z. B. stets zwei Stunden —, muß das Gewicht des niedergeschlagenen Silbers genauestens durch Wägung bestimmt werden. Betrugen die Silbermengen etwa 4 g, wie bei diesen Versuchen, so mußten diese, um eine Genauigkeit von einem Hunderttausendstel zu erhalten, auf wenige Hundertstel Milligramm genau gewogen werden. Aber abgesehen von den Schwierigkeiten solcher Wägungen selbst, kommen noch andere hinzu. Da sich der Silberstab allmählich auflöst, können leicht feine Splitterchen von ihm abfallen, die im Platintiegel haften können und mitgewogen werden. Man schützt sich dagegen durch Einschalten einer porösen Tonzelle zwischen Silberstab und Platintiegel, oder umgibt ihn mit einem Beutel aus roher Seide oder aus Filtrierpapier, muß aber genauestens prüfen, ob etwas derartiges nicht die sonstigen Bedingungen ändert. Weiter muß festgestellt werden, ob geringe chemische Verunreinigungen des Silbers sowohl wie der Höllensteinlösung die Versuche nicht verfälschen können; überdies ist ja, wie wohl jeder weiß, Höllenstein ein nicht sehr beständiger Stoff, der auch schon ohne Zuhilfenahme des elektrischen Stromes allmählich Silber abscheidet, insbesondere wenn organische Substanzen dabei sind; aus diesem Grunde wohl hat sich z. B. die Anwendung von Filtrierpapier, wie oben angedeutet, als höchst bedenklich erwiesen. Man schützt sich deswegen gegen herabfallende Silberteilchen wohl am besten durch ein Glasschälchen unterhalb des Silberstabes.

Endlich die Art des Niederschlages selbst. Er soll fest und feinkörnig sein, nicht locker und schwammig, und muß sicher an dem Platintiegel haften. Gerade dieses ist von besonderer Wichtigkeit, denn nach dem Stromdurchgang wird die Lösung aus dem Tiegel entfernt und es muß jede Spur von ihr durch sorgfältiges Auswaschen aus ihm entfernt werden, wobei nicht das Geringste der Silbermenge mitgenommen werden darf. Es muß das eine recht energische Behandlung mit Wasser und anderen Hilfsmitteln sein, um aus den Vertiefungen des feinkörnigen Niederschlages alles Silbernitrat herauszuholen, ohne trotzdem Silber mechanisch oder chemisch dabei zu entfernen. Endlich muß jede Spur Feuchtigkeit wieder durch Trocknen und Ausglühen beseitigt werden, bis man zur eigentlichen Wägung schreiten kann. Alle diese Maßnahmen, sind notwendig, um einwandfreie Ergebnisse zu erhalten, denen man aber Gewichte, wie man sie zu feinen Wägungen gebraucht, in ähnlicher Weise nie unterziehen dürfte. Das macht gerade jene Versuche so schwierig, weil hier die genau zu wägenden Körper so ganz anders behandelt werden müssen, als andere sonst für Wägungen in Betracht kommende.

Es ist hier natürlich nicht der Ort, die Vorschriften zur richtigen Anwendung des Silbervoltameters mitzuteilen, wie sie die Arbeiten jeder beiden Institute enthalten. Es genüge, darauf hinzuweisen, welche Punkte bei derartigen Untersuchungen zu berücksichtigen sind, um die denkbar genauesten Ergebnisse zu erhalten, die dann dazu dienen, die elektromotorischen Kräfte von Normalelementen zu messen, um damit ein besseres zweites Normal für elektrische Messungen neben den Widerstandsnormalen zu erhalten, als es das

umständliche aber notwendige Voltameter ist. Auf die Normalelemente soll später einmal eingegangen werden.

Lichtelektrizität und Photometrie

Die Messung der Lichtstärke einer Flamme, einer elektrischen Lampe oder auch an Sternen besteht ja in der Vergleichung ihrer Helligkeit mit der einer Normallampe, der man willkürlich die Lichtstärke Eins zuschreibt. Als solche dient in Deutschland und einigen anderen Ländern die Hefner-Normallampe. Zur Vergleichung ihrer Leuchtkraft mit der einer zu untersuchenden Lampe dienen Photometer verschiedenster Konstruktion. Neuerdings versucht man nun von diesen immerhin nicht sehr genauen und nicht sehr bequemen Hilfsmitteln freizukommen. Insbesondere findet man viele Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, sehr helle Lampen, z. B. Bogenlampen von mehreren Tausend Kerzenstärken, oder ganz schwache Leuchtkörper, z. B. Sterne oder auch verschiedenfarbige Lichtquellen zu messen.

Für die praktische Photometrie, insbesondere zu wissenschaftlichen Zwecken, dient schon seit längerer Zeit bisweilen das Selen, ein dem Schwefel ähnliches Element, das die Eigenschaft hat, seinen elektrischen Widerstand bei Belichtung ganz beträchtlich zu verringern. Solche Selenzellen haben photometrisch vielfach Anwendung gefunden. In den letzten Jahren wurde daneben noch etwas anderes verwendet. Manche Metalle erweisen sich als lichtempfindlich, so z. B. Zink, wenn es amalgamiert, d. h. mit Quecksilber überzogen ist. Verbindet man eine solche Zinkkugel mit dem negativen Pol einer elektrischen Batterie, so strömt aus ihr Elektrizität aus, sobald man sie belichtet. Man verwendet eine solche Einrichtung als Zinkkugelphotometer. Dank der Arbeiten einer Anzahl Gelehrter, insbesondere von Elster und Geitel, ist man zu merklich empfindlicheren Anordnungen gelangt, die man als Photozellen bezeichnet. Eine solche besteht aus einer Glaskugel, in die ein geeignetes Metall gebracht ist, wozu jetzt meistens eine Legierung von Kalium oder Natrium oder Rubidium mit Quecksilber dient. Diese Legierung wird mit dem negativen Pol einer Batterie verbunden, und ihr positiver Pol mit einer Hilfselektrode in der Glaskugel. Die festverschlossene Kugel wird mit einem geeigneten Gase, Helium oder Argon gefüllt, das nur einen ganz geringen Druck hat. Befindet sich eine solche Zelle im Dunkeln, so fließt durch sie kein Strom hindurch. Fällt aber Licht auf die Legierung, so strömt aus dieser Elektrizität aus, es fließt ein Strom durch die Zelle, den man durch ein in die eine Zuleitung eingeschaltetes Galvanometer bequem messen kann.

Es sei darauf hingewiesen, ohne auf die theoretische Bedeutung der Erscheinungen einzugehen, daß eine solche Zelle nur dann arbeitet, wenn der negative Pol an das wirkende Metall gelegt wird; man erkennt auch hier wie sonst immer die überragende Bedeutung der negativen Elektrizität.

Eine solche Photozelle besitzt, wenn sie nach den besonderen Vorschriften von Elster und Geitel gebaut ist, eine Empfindlichkeit, die die des menschlichen Auges weit übertrifft, d. h. man vermag mit ihr noch Lichteindrücke nachzuweisen, welche das Auge überhaupt nicht mehr als Licht empfindet. Es stellte sich z. B. heraus, daß ein Aufbewahren einer solchen Zelle in einem Laboratoriumsraum, der mit den üblichen schwarzen dichten Rollvorhängen an den Fenstern verdunkelt war, durchaus nicht als ein Aufbewahren in einem vollständig dunkeln Raum angesehen werden durfte, trotzdem das Auge irgend welchen Lichtschimmer nicht mehr wahrnehmen konnte.

Will man eine solche Zelle zu photometrischen Zwecken verwenden, so ist das wichtigste, was man zunächst nachweisen muß, daß der durch sie erzeugte Photostrom proportional der Belichtungsstärke ist, daß einer Veränderung der Belichtungsstärke eine gleichartige Veränderung des Photostroms entspricht. Diesen Nachweis haben die beiden oben genannten Forscher kürzlich über ein weites Bereich geliefert. Zur Belichtung der Zelle diente Sonnenlicht, als die stärkste Lichtquelle, das durch geeignete Polarisationseinrichtungen geschwächt werden konnte, sodann eine Quarz-Quecksilberlampe und endlich die kleinsten im Handel befindlichen Glühlämpchen. Es sei bemerkt, daß die Stromstärke bei stärkster Belichtung etwa $12 . 10^{-7}$ Ampère war, und bei der schwächsten etwa 10^{-11} Ampère, also Ströme, die sich sämtlich noch praktisch messen lassen. Die geringste Belichtungsstärke war etwa 0,0006 Meterkerzen, ist also die Beleuchtung, die von einer einzigen Kerze in rund 40 Meter Abstand erzeugt wird. Es zeigte sich dabei trotz dieser außerordentlichen Änderung in der Lichtstärke doch eine vollständige Proportionalität zwischen dieser und dem beobachteten Photostrom.

Will man solche Hilfsmittel zu photometrischen Messungen verwenden, dann muß man aber einen ganz anderen Umstand berücksichtigen, nämlich die Beschaffenheit unseres Auges. Eine Lichtstärkeneinheit, wie wir sie z. B. in der Hefner-Normallampe besitzen, ist nicht nur, wenn man so sagen darf, eine physikalische Einheit für Lichtstärken, sondern auch eine physiologische. Sie sendet Strahlen langer Wellenlänge und die ganze Wellenlängenskala hindurch bis zu den kurzwelligen aus. Ein Teil dieser Strahlen beeinflußt unser Auge derart, daß wir eine Lichtempfindung haben; und das ist gerade das wichtigste. Unser Auge sondert eine bestimmte Gruppe Strahlen aus, und nur diese kommen praktisch für uns als Licht in Frage und können zu Beleuchtungszwecken ausgenutzt werden. Sämtliche anderen Strahlen sind für uns bedeutungslos, oft sogar, wie z. B. bei einigen Quecksilberlampen, direkt schädlich, denn die kurzwelligen und namentlich die ultravioletten Strahlen werden längst nicht mehr als Licht empfunden, können aber unsere Augen schwer schädigen, wenn sie nicht, was allerdings möglich ist, beseitigt werden. Also nicht alle Strahlen dienen rein den Zwecken der Lichterzeugung. Messen wir Lichtquellen mit den üblichen Photometern, so nehmen wir unsere Augen dabei zu Hilfe, sondern also ohne weiteres alle Strahlen aus, die das Auge nicht beeinflussen. Gegen eine solche Messung ist also nicht viel einzuwenden, abgesehen davon, daß es z. B. keinen großen Sinn hat, das rötliche, kerzenähnliche Licht der Hefnerlampe mit dem grünlich-violetten Licht einer Quecksilberlampe zu vergleichen. Es ist aber auch das möglich, wenn man jede Lichtfarbe spektral zerlegt und dann die Vergleichung in den einzelnen Spektralfarben ausführt, also den roten Lichtanteil mit dem roten, den gelben mit dem gelben usw. vergleicht. Die Messung ist wohl sehr kompliziert, aber physikalisch und physiologisch unbedenklich.

Anders ist es aber mit der Anwendung einer Photozelle. Sie macht nicht den Unterschied wie unser Auge. Bei ihr kann man sich den Vorgang etwa so vorstellen, daß ein Energieumsatz stattfindet. Die Energie der Schwingungen des Äthers wird auf das lichtempfindliche Metall der Photozelle übertragen und bewirkt dort irgendwelche, uns hier nicht interessierende Erscheinungen, die eine Entwicklung elektrischer Energie, die wir eben messen, zur Folge haben. Ob es sich dabei um langwellige Strahlen oder um kurzwellige handelt, ist erst eine zweite Frage, die wir mit Hilfe der Photozelle nicht ohne weiteres

beantworten können. Es ist der Fall denkbar, wenn auch praktisch nicht möglich, daß ein Körper nur sehr lange und sehr kurze Wellen aussendet, ein solcher würde eine Photozelle stark beeinflussen, unserem Auge würde er aber als nicht leuchtend schwarz erscheinen. Man muß also sorgfältig zwischen den photometrischen und photoelektrischen Eigenschaften einer Lichtquelle unterscheiden, und es ist nicht ohne weiteres statthaft, sie beide miteinander gleichzusetzen. Neben der photometrischen Helligkeit interessiert uns ja für den praktischen Gebrauch noch die Farbe der Lichtquelle, die veranlassen kann, daß sonst sehr zweckmäßige Lichtquellen, z. B. die Quecksilberlampe, für die meisten Anwendungen gerade ihrer Farbe wegen unanwendbar sind. Wie man die Farbe photometrisch berücksichtigen kann, ist ja oben gesagt, einfacher dürfte es aber vielleicht noch sein, wenn man sie nach einem neuerlichen Vorschlag von L. Bloch einfach auf das weiße Himmelslicht bezieht. So wie man jede Lichtfarbe aus den drei Grundfarben rot, grün und blau zusammensetzen kann, was ja die Farbenphotographie ständig tut, so kann man für das weiße Tageslicht, bei leicht bedecktem Himmel, annehmen, daß in ihm alle Farben gleich stark vertreten sind. Will man die Farbe einer anderen Lichtquelle zahlenmäßig angeben, so bestimmt man in ihr das Verhältnis ihres roten zu ihrem grünen und ihres blauen zu ihrem grünen Anteil, wobei also bei Tageslicht beides 1 sein muß. Da ist also $\frac{\text{rot}}{\text{grün}} = 1$ und $\frac{\text{blau}}{\text{grün}} = 1$; bei blauem wolkenlosen Himmel ist es schon etwas anders, da ist $\frac{\text{rot}}{\text{grün}} = 80{,}5$ und $\frac{\text{blau}}{\text{grün}} = 116$, blau überwiegt also stark. Für eine Stearinkerze sind die beiden Zahlen 463 und 34, man hat ja fast rotes Licht. Bei fast allen künstlichen Lichtquellen überwiegt rot. Sehr nahe kommt dem weißen Licht das Moorelicht mit Kohlensäurefüllung.

So ist es möglich, durch Messungen mittels dreier geeigneter Farbfilter, die ohne besondere Schwierigkeiten herstellbar sind, neben der photometrischen Helligkeit auch die Farbe des Lichts photometrisch zu bestimmen, wenigstens mit einer praktisch hinreichenden Genauigkeit. Etwas ähnliches dürfte wohl auch photoelektrisch möglich sein, sodaß dann diese, der photometrisch überlegenen Methode, auch praktisch mit Rücksicht auf die physiologischen Vorgänge in unserem Auge zu Bedenken keinen Anlaß gibt.

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré

Von Dr. Wilhelm Ebert

(Fortsetzung)

5. Die Hypothese von Ligondès

Im 5. Kapitel (S. 83 bis 115) bespricht Poincaré die Hypothese von Ligondès (Lieutenant-Colonel R. du Ligondès: Formation mécanique du système du Monde, Paris, Gauthier-Villars 1897). Der sehr originelle Hauptpunkt dieser Theorie besteht in der Vorstellung, die sich Ligondès vom ursprünglichen Chaos macht: „Zu Anfang bestand das Weltall aus einem außerordentlich dünnen Chaos, aus verschiedenen Elementen, die sich nach allen Richtungen bewegten und ihren gegenseitigen Anziehungen unterworfen waren. Dieses Chaos teilte sich in Lappen oder Fetzen, welche sich durch ihre allmählige Konzentration zu allen Welten des

Universums vereinigt haben (siehe ebendaselbst S. 14). Er kommt also auf die Anschauungen von Kant zurück, und fügt eine Bewegung hinzu, keine geordnete Bewegung, sondern eine Bewegung ohne sichtbare Ordnung (ebendaselbst S. 14). Wir müssen uns jeden dieser Lappen, in die sich das ursprüngliche Chaos geteilt hat, in Folge der Anziehung als aus einer sehr großen Anzahl getrennter Massen zusammengesetzt denken, die sich gegenseitig anziehen, sich nach allen Richtungen bewegen und von Zeit zu Zeit zusammenstoßen. Die Geschwindigkeiten aller dieser Projektile sind keinem Gesetze unterworfen, aber die „große Zahl" bringt eine gewisse Regelmäßigkeit zum Ausdruck. Im Gegensatz zu den übrigen Hypothesen überläßt die von Ligondès die Bewegungen ganz dem Zufall. Diese Annahme ist also allgemeiner als die Kant'sche.

Zunächst ist zu bemerken, daß M. du Ligondès nicht im Widerspruch mit dem Flächenprinzip ist. Man kann immer durch Drehung des Achsensystems im Raume durch den Schwerpunkt des Systems eine Ebene finden (genannt die Laplace'sche Hauptebene), für welche der Gesamtflächensatz (der Flächensatz für alle Teile des Lappens) ein Maximum (genannt Drehungsmoment des Systems) erreicht, während er für alle darauf senkrechten durch den Schwerpunkt gehenden Ebenen null ist. Im allgemeinen wird dieses Drehungsmoment nicht gleich null sein, wie es Kant annahm, aber es muß von der Zeit ab als gleichbleibend betrachtet werden, als die Lappen genügend weit von einander getrennt waren (als einzelne Systeme bestanden). Man gerät aber a priori auf keinen Widerspruch, wenn man annimmt, daß das Sonnensystem aus einem derartigen Lappen hervorgegangen ist.

Poincaré zeigt nun, wie man sich die Verhältnisse im ursprünglichen Sonnensystem hiernach zu denken hätte, indem er näherungsweise voraussetzt, daß das Sonnensystem eine homogene Kugel von 100000 Erdbahnradien Halbmesser war. Die nächsten Fixsterne stehen bei 200000 Erdbahnradien Entfernung. Im Innern einer solchen homogenen Sphäre ist die Anziehung der Entfernung vom Mittelpunkte proportional, und alle Teilchen beschreiben Ellipsen mit gleicher Umlaufszeit. Poincaré schließt dann durch Näherungsrechnungen, daß zwar für das Sonnensystem der Zufall ein leichtes Vorherrschen der Drehungsmomente in einem Sinn verursacht hat, aber für andere Systeme konnte das Vorherrschen ein viel stärkeres sein. In der Tat haben die Doppelsterne immer ein bedeutend größeres Drehungsmoment als das Sonnensystem. Die Zusammenstöße zwischen den Teilchen bedingen die Verstärkung der zentralen Verdichtung. Zweitens plattet sich das ursprüngliche Sphäroid immer mehr ab, und zwar im Sinne senkrecht zur Laplaceschen Hauptebene (welche wie wir sahen dem Maximum der Flächensätze entspricht). Wenn diese Abplattung einmal begonnen hat, nimmt sie immer mehr zu. So weist Ligondès die doppelte Tatsache des Entstehens einer innerlichen Kondensation und des Strebens zur Abplattung nach. Der Körper, der sich selbst abplattet, wird immer flacher und schließlich instabil. Er kann sich endlich in Ringe auflösen, die sich in Planeten umformen. Je größer ein Planet ist, desto zahlreichere Stöße wird er bei seiner Bildung von den zu ihm zusammentretenden Partikelchen erleiden, d. h. es ist, als wenn er in einem widerstehenden Mittel ginge, und dies hat tatsächlich die Wirkung, die Bahnexzentrizität zu vermindern. (Siehe hierüber nächstes Kapitel: Die Hypothese von See).

Poincaré vergleicht dann die Bewegung im Nebel von Ligondès mit den Bewegungen der kinetischen Gastheorie. Nur werden in dieser elastische Stöße

vorausgesetzt, während die Stoffe, mit denen Ligondès zu tun hat, mehr weich sind. Das bedingt einen Verlust an lebendiger Kraft, der bei den Molekülen in der kinetischen Gastheorie nicht stattfindet. Er weist dann nach, daß die Bahnen der größeren Massenpunkte die Tendenz haben, sich in die Hauptebene zu verlegen, soweit sie Neigungen besitzen. Neigungen und Exzentrizitäten nehmen also ab. Schließlich begreift man, warum alle Umläufe der Planeten direkt sein müssen. In der Hypothese von Ligondès ist die Abspaltung der Ringe nicht nötig; die großen Anhäufungen haben sich auf eine beliebige Weise im Innern bilden können. Nur die wirklichen Zusammenstöße wirken auf die Umformung des Systems ein, und es wäre zu untersuchen, ob ihre Einwirkung genügt. Das bloße nahe aneinander Vorübergehen der Teilchen (demichocs) genügt nicht.

Um die unregelmäßige Achsendrehung von Uranus und Neptun zu erklären, stützt sich Ligondès nicht auf die Gezeiten. Die Intensität der Schwere im Innern des Nebels ändert sich mit der Zeit, seit dem Anfang, wo sie der Distanz proportional war, bis zum gegenwärtigen Zustand, wo sie umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung ist. Er nimmt wie Faye an, daß es in jeder Entfernung eine direkte und eine retrograde Periode gibt. Das Gesetz, nach dem er die Veränderlichkeit der Schwere darstellt, ist verwickelter als das Fayesche Gesetz, es ist aber auch genauer: Wie bei Faye gibt es auch bei Ligondès für jeden bestimmten Abstand vom Zentrum eine Periode, während welcher die sich bildenden Planeten im Sinne der Bewegung um die Sonne um ihre Achse rotiren (direkte Periode), und eine andere Periode, wo sie sich für denselben Abstand entgegengesetzt drehen. Die direkte Periode hat sehr kurze Zeit für die äußeren Regionen des Neptun und Uranus gedauert, darum drehen sich diese retrograd. Sie hat viel länger für die Regionen der inneren Planeten gedauert, aber als die retrograde Periode in diese Gegenden kam, war es zu spät, um den Drehungssinn dieser bereits fast vollständig gebildeten Planeten zu ändern. Nach M. du Ligondès ist die Reihenfolge der Planeten, nach ihrem Alter geordnet: Jupiter, Neptun, Uranus, Saturn, Erde, Mars, Venus, Merkur. Mit Rücksicht auf unseren heutigen Stand der Kenntnisse über den Bau des Planetensystems sind die Schwierigkeiten, auf die diese Hypothese stößt, ungefähr dieselben wie für die Fayesche.

6. Die Ansichten von See

See (Poincaré S. 117 bis 129) betrachtet alle Planeten und Satelliten als Eindringlinge (T. J. J. See: Researches on the Evolution of the Stellar Systems, vol. II: The Capture Theory of Cosmical Evolution, (Lynn Mass. U. S. A. Thos. P. Nichols and Sons). Diese kamen in die Nähe der Sonne und wurden von ihr gefangen. See denkt sich, daß die Sonne von einer großen Atmosphäre umgeben war, und daß die Einfangung durch den Widerstand dieses Mittels erfolgt ist. Er untersucht (Kap. VII S. 134 bis 158) die Wirkung des widerstehenden Mittels auf die Bewegung eines Planeten unter der Annahme, daß der Widerstand (R) der Geschwindigkeit (V) entgegenwirkt und seinem Betrage nach durch dieselbe gegeben wird. Man findet zunächst, daß die große Bahnhalbachse immer kleiner werden muß, in Folge dessen nimmt die mittlere Bewegung zu und der Abstand des Planeten von der Sonne ab. Ferner wird die Veränderung der Bahnexzentrizität geprüft. Die Elemente, Knoten und Neigung, welche die Lage der Bahnebene im Raume angeben, werden nicht

betroffen, weil der Widerstand in der Bahnebene liegt. Es wird vorausgesetzt, daß er einer gewissen Potenz der Geschwindigkeit proportional ist. Dieser Widerstand wird mit Annäherung an die Sonne größer, weil dann das Körperchen in dichtere Teile der Sonnenatmosphäre kommt. Demgemäß nimmt See an, daß R proportional einer negativen Potenz von r ist. Er setzt also schließlich: $R = h V^{\alpha} r^{-\beta}$, wo h, α und β positive Constanten sind. Man erhält als Bedingung, damit die Exzentrizität e abnimmt: $\alpha + \beta > 1$. Selbst auch wenn $\beta = 0$, (d. h. wenn der Widerstand R mit der Entfernung von der Sonne r sich nicht ändert, genügt es, daß: $\alpha > 1$, d. h. daß R schneller wachse als die erste Potenz der Geschwindigkeit. Nun nimmt man aber auch häufig näherungsweise an, daß ein Widerstand dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist.

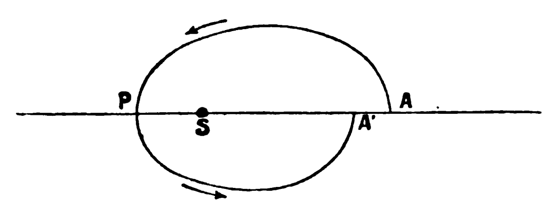


Fig. 1
Die Verringerung der Bahnexzentrizität bei Widerstand im Perihel nach See

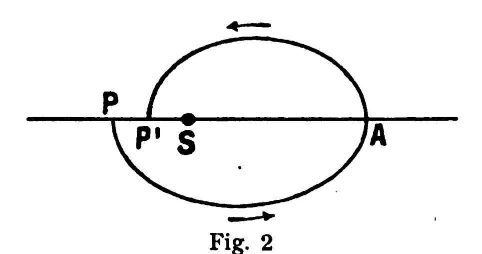


Fig. 2
Die Zunahme der Bahnexzentrizität bei Widerstand im Aphel nach See

Diese Abnahme der Exzentrizität hätte sich in großen Zügen ohne Rechnung voraussehen lassen. Sei AP die Apsidenlinie eines Körpers, der um die Sonne eine Ellipse beschreibt. Wir denken uns den Planeten von Aphel ausgehend und nach P wandernd. Dann denken wir uns, daß in P der Widerstand mit einem Male einsetzt, wodurch eine plötzliche Verkleinerung der großen Achse erfolgt. Da das Perihel dasselbe bleibt und sich das Aphel nähert, nimmt eben die Exzentrizität ab (Fig. 1).

Würde andernfalls der Widerstand erst im Augenblick des Aphels zu wirken beginnen, dann hätte die neue Bahn dasselbe Aphel wie die frühere, aber ihr Perihel würde sich mit der Sonne nähern. Die Exzentrizität würde in diesem Falle zunehmen (Fig. 2).

In Wirklichkeit macht sich der Widerstand auf der ganzen Länge der Bahn fühlbar, aber er ist aus zwei Gründen am Perihel stärker. Einmal darum, weil an diesem Punkte die Geschwindigkeit ihr Maximum erreicht, sodann aber auch deshalb, weil die Atmosphäre im allgemeinen in kürzerem Abstande von der Sonne dichter ist und am Perihel größeren Widerstand leistet.

Ein widerstehendes Mittel vermindert also gleichzeitig die Halbachse und die Exzentrizität eines Planeten. Ein fremder Körper, der die Wirkungsphäre der Sonne passierte, konnte mithin seine Bahn ändern. Wenn auch diese hyperbolisch oder parabolisch war, so konnte sie doch elliptisch werden und sich schließlich immer mehr der Kreisbahn nähern; das widerstehende Mittel wurde allmählich von der Sonne verschluckt, und der Planet behielt seine Kreisbahn bei: in erster Näherung bringt dieser Widerstand keine säkularen Wirkungen in der Perihellänge hervor, absolut keine in Knoten und Neigung, wie wir oben begründet haben.

In derselben Weise, wie sich See die Planeten durch die Sonne gefangen denkt, sollen auch die Monde durch ihre Planeten gefangen worden sein (Kap. VIII S. 159 bis 182 und Kap. X S. 211 bis 236).

Man kann den Vorgang auch sehr gut am Jacobi'schen Spezialfall des Dreikörperproblems verfolgen (siehe Fig. 3). Bei diesem Spezialfall wird einfach vorausgesetzt, daß sich die Sonne *S* und Jupiter *J* mit konstanter Drehgeschwindigkeit in Kreisbahnen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt *G* drehen, so daß *SGJ* immer eine gerade Linie bilden, die wir als x-Achse mit *G* als Anfangspunkt wählen, während die y-Achse senkrecht zu dieser Linie durch *G* gelegt wird. Die Ebene der Figur bildet die Jupitersbahn, außerhalb dieser Ebene wandere der kleine daher hier als masselos zu betrachtende Körper *P*, der von der Sonne und Jupiter die Abstände ϱ_1 und ϱ_2 haben möge. Wenn dann *P* in Folge der Reibung ziemlich nahe an dieses System Sonne-Jupiter herangekommen ist, so ergeben sich aus dem Integral der lebendigen Kraft *C* (hier das Jacobi'sche Integral genannt) in diesem Falle folgende Grenzkurven, innerhalb_deren sich der masselose Körper in der xy-Ebene (Jupitersbahn) bewegen kann. Für sehr große Werte *C* dieses Integrales bilden diese Grenzkurven zwei Ringe (1) um Jupiter und Saturn, die derselben Gleichung genügen.

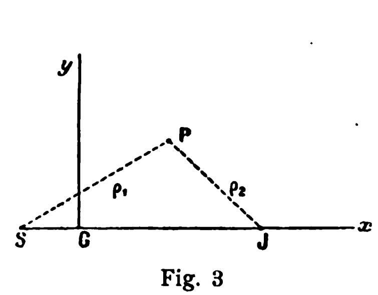


Fig. 3
Der Jacobische Spezialfall des Dreikörperproblems

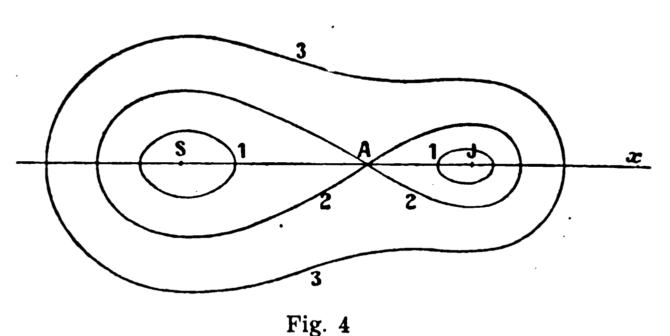


Fig. 4
Die Grenzkurven der Bewegungen eines dritten masselosen Körpers im Jacobischen Spezialfall des Dreikörperproblems

Wenn *C* noch mehr abnimmt, so dehnen sich diese beiden Ringe aus und bilden in einem gewissen Moment eine einzige Kurve (2) mit einem Doppelpunkt in *A*. Nimmt *C* noch weiter ab, so bilden sie nur eine einzige Kurve (*3*), welche Sonne und Jupiter umschließt. (Wir lassen sehr weit abliegende Teile der Kurven bei Seite.) Innerhalb dieser Kurven muß sich also (projiziert auf die Jupitersbahn) der Punkt je nach den Werten von *C* halten. Wenn also *C* nicht zu groß ist, hält sich der Planet innerhalb der Kurve *3*. Wird aber *C* sehr groß, wird der Planet innerhalb der beiden Ringe bleiben und schließlich ein Begleiter der Sonne oder von Jupiter werden. Die Wirkung des widerstehenden Mittels vergrößert *C*. So wird die Grenzkurve für die Bewegung des kleinen Planeten, die ursprünglich war, schließlich die Kurve mit dem Doppelpunkt werden. Wenn der Körper in diesem Moment in der Sonnenschleife der Kurve 2 steht (links von *A*) wird er von der Sonne für immer eingefangen, steht er dagegen in der Jupitersschleife (rechts von *A*), so wird er für alle Zeiten von diesem gefangen genommen.

Die Verminderung der Exzentrizität in Folge der Reibung ist nicht nur in der Theorie von See sehr wichtig, sondern, wie wir nun nachtragen, auch für die von Faye und Ligondès.

Die Theorie von See, der Poincaré übrigens nichts wesentliches hinzugefügt hat, befriedigt nicht sonderlich. Sie erklärt die direkten Drehungen der Planeten ebensowenig wie die verhältnismäßig große Zahl der Monde. Eigentlich müßten doch die Planeten viel zahlreicher sein als die Satelliten, denn die um

die Hauptkörper geschlossenen Zweige der Grenzkurven sind sehr eng. Um die Schwäche der Neigungen zu erklären, kann man folgendes versuchen.

1. Man setzt voraus, daß die Form der widerstehenden Sonnenatmosphäre stark linsenförmig abgeplattet ist. Dann findet eine Masse, dessen Bahn stark gegen diese Ebene geneigt ist, einen schwächeren Widerstand, als einer, der sich in der Nähe der Ebene dieses Diskus bewegt. Der erstgenannte Punkt hat also viel weniger Aussicht, eingefangen zu werden, und die Einfangungen der Planeten werden sich hauptsächlich in der Nähe der Ebene dieses Diskus abspielen.

2. Man könnte auch voraussetzen, daß das widerstehende Mittel selbst in Drehung ist; es würde dann nicht danach streben, die Geschwindigkeit des in ihm gehenden Teilchens zu zerstören, sondern demselben eine Geschwindigkeit in gewissem Sinne aufzuerlegen. Wir würden uns also wieder in ähnlichen Verhältnissen befinden wie bei Besprechung der Methode von Ligondès: Der Widerstand ist nicht mehr direkt entgegengesetzt der Geschwindigkeit, und die Ebene der Bahn könnte ihre Neigung gegen die Äquatorialebene der Sonnenatmosphäre vermindern. (Schluß folgt)

Kleine Mitteilungen

Die zweite Sonnenfinsternis dieses Jahres ist eine totale und ereignet sich am 21. August. Sie beginnt um 11 Uhr 12 Minuten vormittags in der James-Bai in Kanada und endet um 3 Uhr 57 Minuten nachmittags an der Küste des Somalilandes. Die Sichtbarkeit der Finsternis erstreckt sich über die nordöstliche Hälfte Nordamerikas, die nördliche Hälfte des Atlantischen Ozeans, Europa, die nördliche Hälfte Afrikas, die westliche Hälfte Asiens, den nordwestlichen Teil des Indischen Ozeans und die nördlichen Polargegenden. Die schmale Zone, auf der die Finsternis total erscheint, durchschneidet das nördliche Grönland, die Mitte der skandinavischen Halbinsel, das westliche Rußland, Armenien, Persien, Belutschistan und endet beim Golf von Katscha an der Westküste Indiens. Sie geht also sehr nahe an der nordöstlichen Grenze Deutschlands vorüber, dagegen werden in den südwestlichen Gegenden des Reiches nur sieben Zehntel des Sonnendurchmessers verfinstert werden. Die folgende Tafel gibt für eine Anzahl Orte die Zeit des Anfanges und des Endes der Finsternis sowie ihre Größe in Teilen des Sonnendurchmessers an.

Ort	Anfang U.	Anfang M.	Ende U.	Ende M.	Größe
Aachen	12	6	2	30	0,71
Allenstein	12	17	2	39	0,94
Arnsberg	12	8	2	32	0,74
Aurich	12	4	2	28	0,78
Berlin	12	12	2	36	0,83
Braunschweig	12	9	2	33	0,79
Bremen	12	6	2	30	0,78
Breslau	12	18	2	41	0,86
Bromberg	12	16	2	39	0,89
Cassel	12	9	2	34	0,76
Celle	12	8	2	32	0,78
Coblenz	12	9	2	33	0,72
Coburg	12	12	2	37	0,76
Cöln	12	7	2	31	0,73
Danzig	12	15	2	37	0,92
Dresden	12	14	2	38	0,81
Düsseldorf	12	6	2	31	0,72
Erfurt	12	11	2	36	0,78
Frankfurt a. M.	12	10	2	35	0,73
Frankfurt a. O.	12	13	2	37	0,85
Fulda	12	10	2	35	0,75
Glogau	12	16	2	39	0,87
Görlitz	12	15	2	40	0,83
Göttingen	12	9	2	34	0,76
Goslar	12	9	2	34	0,78
Gumbinnen	12	18	2	39	0,97
Halle a. S.	12	12	2	36	0,79
Hamburg	12	7	2	31	0,80
Hannover	12	8	2	32	0,78
Heidelberg	12	11	2	36	0,72
Königsberg i. Pr.	12	16	2	37	0,95
Köslin	12	12	2	35	0,88
Konstanz	12	15	2	39	0,70
Landsberg a. W.	12	13	2	37	0,85
Liegnitz	12	17	2	40	0,85
Lüneburg	12	7	2	32	0,80

Ort	Anfang U.	Anfang M.	Ende U.	Ende M.	Größe	Ort	Anfang U.	Anfang M.	Ende U.	Ende M.	Größe
Magdeburg . . .	12	10	2	35	0,80	Ratibor	12	20	2	44	0,86
Marburg	12	9	2	34	0,75	Schleswig . . .	12	5	2	29	0,82
Marienwerder . .	12	16	2	38	0,91	Schneidemühl . .	12	14	2	38	0,88
Memel	12	15	2	36	0,96	Schwerin	12	8	2	32	0,82
Meppen	12	5	2	29	0,76	Sigmaringen . .	12	14	2	38	0,71
Metz	12	9	2	33	0,68	Stade	12	6	2	30	0,80
Mülhausen i. E. .	12	14	2	38	0,69	Stettin	12	12	2	35	0,86
München	12	16	2	41	0,74	Stralsund . . .	12	9	2	32	0,86
Münster i. W. . .	12	6	2	30	0,75	Straßburg i. E. .	12	12	2	36	0,70
Neiße	12	19	2	43	0,85	Stuttgart	12	13	2	37	0,73
Neustrelitz . . .	12	10	2	34	0,84	Thorn	12	16	2	39	0,90
Nürnberg . . .	12	14	2	38	0,75	Tilsit	12	17	2	38	0,96
Oldenburg . . .	12	5	2	29	0,77	Trier	12	9	2	33	0,70
Oppeln	12	19	2	43	0,86	Wesel	12	6	2	30	0,73
Osnabrück . . .	12	6	2	31	0,76	Wiesbaden . . .	12	10	2	34	0,72
Passau	12	18	2	42	0,77	Wittenberg . . .	12	12	2	36	0,81
Plauen	12	13	2	38	0,78	Wittenberge . .	12	9	2	33	0,82
Posen	12	16	2	39	0,87	Würzburg . . .	12	12	2	36	0,74

Ziele vulkanologischer Forschung[1]). Unter diesem Titel hat W. Branca in Berlin eine Arbeit als „Begründung des Antrages der Berliner Akademie“ der Wissenschaften auf Internationalisierung der vulkanologischen Forschung“ veröffentlicht. Von J. Friedländer in Neapel war der Gedanke ausgegangen, ein internationales Forschungsinstitut daselbst zu gründen. Er war mit seinem Plane auch an die Berliner Akademie der Wissenschaften herangetreten, die ihn an sich gut hieß, aber das Ganze in wesentlich größerem Maße unter rühmender Anerkennung von Friedländers Initiative der Internationalen Versammlung der Akademien zu St. Petersburg 1913 vorschlug. Angesichts der weltumspannenden Bedeutung des Vulkanismus sollen zahlreiche Forschungsinstitute in allen Kulturländern gegründet werden, welche in schönem Zusammenarbeiten dem Wesen des Vulkanismus nahezukommen trachten. Aus der Zusammenstellung der wichtigsten Themen, welche diese Forschungsinstitute zu bearbeiten haben, ergibt sich ohne weiteres, daß ein einzelnes Privatinstitut gar nicht imstande sein dürfte, derartige Ziele zu erreichen. W. Branca gibt diese zunächst in Gestalt einer Disposition wieder:

I. Aufgaben und Ziele vorherrschend praktisch-geologischer Natur.

1. Jahrbuch der vulkanischen Ereignisse. Vulkanologische internationale Zeitschrift. 2. Geographische Lage und die Zahl der Vulkane früherer Zeiten in kartographischen Darstellungen. 3. Kartographische Darstellung der stofflichen Natur der Schmelzherde. 4. Kartographische Darstellung des Umfanges der Schmelzherde. 5. Gezeitenvulkanismus in früheren Zeiten. 6. Vulkanoglaziale Bildungen früherer Zeiten. 7. Eiserne Lavaströme. 8. Hebung der Erdrinde durch Magma. 9. Selbstbefreiung des Magmas durch Aufexplodieren. (9 bis 12 Spaltenfragen). 10. Selbstbefreiung des Magmas durch Aufbröckeln.

---

[1]) Wir entnehmen diese Mitteilung dem soeben erschienenen „Jahrbuch der Naturwissenschaften 1913/14“ (29. Jg., herausgegeben von Prof. Dr. Joseph Plassmann. Freiburg i. Br., Herdersche Verlagsbuchhandlung 1914. Pr. geb. 8 M). Dieses Jahrbuch ist schon fast drei Jahrzehnte der gute Berater jedes naturwissenschaftlich Interessierten. Selbstverständlich ist sein Umfang ständig gewachsen. Jetzt bietet es auf etwa 460 Großoktav-Seiten eine gedrängte Übersicht über die wichtigsten naturwissenschaftlichen Fortschritte. Da diese erst mit der Zeit in die Hand- und Lehrbücher übergehen, veralten die Bände nicht so schnell, wie man es sonst von einem „Jahrbuche“ annehmen möchte, sodaß auch die vorangehenden Jahrgänge, die einen etwas geringeren Preis haben (6 M), noch wertvoll sind und auf Jahre hinaus bleiben. Die in Hauptabschnitte gegliederten Beiträge umfassen: Physik, Chemie, Astronomie, Meteorologie, Mineralogie und Geologie, Zoologie, Botanik, Forst- und Landwirtschaft, Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, Erdkunde, Medizin, Industrie, Luftschiffahrt. Außerdem sind ein paar andere Beiträge angehängt, etwas über die Himmelserscheinungen und ein Totenbuch. Ein gutes Personen- und Sachregister beschließt das empfehlenswerte Werk.

II. Aufgaben und Ziele vorherrschend physikalisch-chemischer Natur

11. Selbstbefreiung des Magmas durch Aufsschen Gase. (14 bis 16 Gasfragen). 15. Wassergeothermales Einschmelzen. 12. Plastischwerdenchmelzen a) durch Gase, b) durch Magma, c) durch netische und Schwerestörungen. 14. Die vulkani der Silikatgesteine unter hohem Druck. 13. Magfrage. 16. Bituminöse Eruptivgesteine. 17. Entstehung des Magmas durch Kondensation von Gasen. 18. Radioaktive Vorgänge und Vulkanismus. 19. Differentiation. 20. Diffusion fester Körper. 21. Schmelzversuche und Ausscheidungsfolge. 22. Systematik der Gesteine.

III. Nebenprodukte des Vulkanismus

23. Vulkanische Beben. 24. Magmatische Beben. 25. Regionalmetamorphismus. 26. Kontaktmetamorphismus. 27. Thermen. 28. Vulkanismus auf andern Gestirnen.

Einzelne der interessantesten Erörterungen seien hier wiedergegeben.

Ein Vorschlag, der auf den heutigen Vulkanismus direkt Bezug nimmt, ist der der Schaffung eines alle vulkanischen Ereignisse registrierenden Jahrbuches. Namentlich auch auf die noch so wenig bekannten submarinen Ausbrüche soll besondere Obacht von seiten der Schiffskapitäne gegeben werden. Kenntnis des heutigen Vulkanismus kann naturgemäß nur auf Reisen erworben werden, und für deren Veranstaltung sind Forschungsinstitute ohne größere Bedeutung.

Aber sehr wesentlich sind Feststellungen, wie die alten Vulkane zu ehemaligen Kontinenten, Seen und Meeren gelegen haben. Obwohl hier wieder die sprichwörtliche Lückenhaftigkeit der geologischen Überlieferung anzuführen ist, werden sich sicherlich wie in allen ähnlichen Fällen auch für die Anschauung der heutigen Vulkane wertvolle Gesichtspunkte ergeben.

Nicht nur diese Lage im früheren Landschaftsbilde bedarf kartographischer Darstellung, das nämliche gilt für die petrographisch-chemische Differenzierung der Teilmagmen, wie sie im einzelnen bereits von den geologischen Landesanstalten und z. B. auch von J. E. Hibsch in Böhmen ausgeführt wird. Hier handelt es sich aber um vergleichende und zusammenfassende Arbeiten. Daß hierbei vielfach praktisch-lagerstättenkundliche Tätigkeit mit der rein wissenschaftlichen Hand in Hand gehen wird, zeigt die Erwähnung der magmatischen Erze, der Diamanten usw. Auch die „eisernen Lavaströme" wie, nach Stutzer, die Magnetitlager des Lapplandes gehören hierher.

Der Gezeitenvulkanismus, Ebbe und Flut im glutflüssigen Erdball, wird im Sinne von G. H. Darwin als möglich für das Urmagma und eine andere Konstellation der Gestirne besprochen.

Die Spaltenfrage wird in Kürze behandelt: Während die meisten und die größten Vulkane der Gegenwart auf Spalten erumpieren und dieses ja auch für manche großen tertiären (wie die ungarischen) nachgewiesen ist, sind sicherlich viele kleinen, und zwar namentlich unter den auf Röhren rundlichen Querschnittes aufgestiegenen, durch Selbstbefreiung des Magmas wenigstens zum Teil ohne Spalten an die Oberfläche gedrungen. Diese Selbstbefreiung — deren Feststellung ein für die vulkanologischen Erkenntnisse überaus wichtiger Faktor ist — kann erfolgen durch Aufexplodieren, Aufbröckeln, Aufschmelzen und Einschmelzen der Erdrinde. Die hebende Wirkung des Magmas auf die Erdrinde (wie sie schon oft, namentlich bei Lakkolithen, z. B. von J. E. Hibsch im Böhmischen Mittelgebirge, festgestellt wurde) steht hiermit im engsten Zusammenhange. Desgleichen die für tektonische Studien so wichtige Frage, ob Silikatgesteine unter Druck plastisch werden. Eine Besprechung der namentlich von Eötvös in den letzten Jahren sehr geförderten magnetischen und Schweremessungen bei Eruptivgesteinen beschließt diese wesentlich geophysikalischen Kapitel.

Eine brennende Frage ist „die nach der Qualität und der absoluten wie gegenseitigen relativen Quantität der vulkanischen Gase". Sicherlich sind die Gase „ein ebenso wichtiger Bestandteil des Erdinhaltes wie die geschmolzenen Silikate", nur ist von ihnen noch fast nichts bekannt geworden gegenüber der viel besseren Kenntnis der festen Gesteine. Hierher gehört auch das noch immer umstrittene Problem, ob das Wasser und die Erdöle magmatischen Ursprungs sind oder nicht, ja ob nicht das Magma auf eine Kondensation aus der Tiefe aufsteigender Gase zurückzuführen sei.

Die Radioaktivität der Gesteine im Zusammenhange mit Vulkanismus und Gebirgsbildung. Durch die Erkenntnis der Radioaktivität vieler Gesteine, besonders der vulkanischen, der Quellwässer, der Erdöle, kommen die bisherigen Glaubenssätze vom Wärmeregime der Erde ins Wanken: die Annahmen der sehr hohen Temperatur im Erdinnern, der gleichmäßigen, geothermischen Tiefenstufe, der seit der Urzeit ihr innewohnenden Eigenwärme, der Zusammenschrumpfung bei der Abkühlung und damit in Beziehung stehender Gebirgsbildung und vulkanischer Erscheinungen. Besonders groß ist die Radioaktivität der Eruptivgesteine, so daß, wenn die ganze Erde sie hätte, die ausgestrahlte Eigenwärme ein Vielfaches der tatsächlich ausgestrahlten sein müßte. Von den Meteoriten haben aber die Meteoreisen keinen Gehalt an radioaktiven Substanzen. Vielleicht ist also auch der Eisenkern der Erde nicht radiumhaltig. Er könnte selbst er-

kaltet sein und doch die Rinde immer wärmer werden, in der Hauptsache infolge der radioaktiven Vorgänge, welche, lokal gesteigert, imstande wären, die Rinde lokal einzuschmelzen. „Eine Schrumpfung der Erde brauchte mithin nicht vorhanden zu sein. Vulkane, Hebungen und Gebirge könnten durch radioaktive Vorgänge entstehen."

Gerade die Gebirgsbildung ist ohnehin wohl kaum auf die unter Kontraktion erfolgende Abkühlung zurückzuführen, wie jetzt noch zumeist angenommen wird. Rudzki hat gezeigt, daß bei der Kontraktion wieder Wärme entbunden wird, die möglicherweise den durch Abkühlung entstandenen Verlust übertreffen könnte.

Magmatische Beben. Unter den Nebenerscheinungen des Vulkanismus sind besonders eingehend die magmatischen Beben behandelt. So nennt man jetzt Beben, welche nicht mit dem oberflächlich auftretenden Vulkanismus, sondern mit in der Tiefe vor sich gehenden vulkanischen Erscheinungen in Beziehung zu bringen sind. „So dürfte das letzte Erdbeben von Messina auf Eindringen von Magma des Ätnaschmelzherdes in diese entlegenere Gegend zurückzuführen sein. Doch können auch Gasexplosionen in der Tiefe, Entstehung chemischer Verbindungen unter Explosion, Ausdehnung der Silikate oder von Eisenmagma beim Erstarren, Volumverminderung beim Kristallisieren der Intrusivmassen und bei der Abkühlung des erhitzt gewesenen Nebengesteins, durch welche Volumverminderungen ein Absitzen der hangenden Schichten erfolgt, als Ursachen in Frage kommen."

Statistik der Planetoiden. In der Zeit vom Juli 1912 bis Juni 1913 wurden im ganzen 22 neue Planetoiden entdeckt und durch elliptische Elemente gesichert. Acht davon wurden in Heidelberg, sechs in Winchester (von Metcalf) entdeckt. Unter diesen Planeten sind sechs bereits früher beobachtet, aus Mangel an ausreichendem Material jedoch nicht berechnet worden. Außer den 22 neuen Planetoiden wurden noch fünf neu gemeldet, jedoch später als mit älteren identisch erkannt. Alle neuen Planetoiden sind sehr lichtschwach, der hellste (747) wird unter günstigsten Umständen zur Zeit der Opposition 8,4. Größe, die meisten andern jedoch sind kleiner als 11. Größe. Die größte Annäherung der neuen 22 an die Erde erreicht (753) mit 0,81 AE. Jupiter kommt (748) im Aphel mit 0,59 AE. am nächsten, (748) zählt zu den fernsten Gliedern des Planetoidenringes.

Bücherschau

The Svedberg, Die Materie. Ein Forschungsproblem in Vergangenheit und Gegenwart. Deutsche Übersetzung von Dr. H. Finkelstein. Mit 15 Abbildungen. IV u. 162 S. Leipzig 1914. Akademische Verlagsgesellschaft. Pr. geh 6,50 M., geb. 7,50 M.

Dem kürzlich hier besprochenen Werke des Autors über „die Existenz der Moleküle" läßt er jetzt gewissermaßen eine historische Ergänzung folgen, indem er die Vorstellungen von der Materie im Spiegel der Zeit darstellt. Das flüssig und anregend geschriebene Buch, dessen Preis wir ein wenig hoch finden, behandelt die folgenden Kapitel: 1. Die Vorstellung von der Materie bei den alten Kulturvölkern 2. Alchemie 3. Die Erforschung der Materie wird Wissenschaft 4. die erste Periode der quantativen Untersuchungen 5. Die Wissenschaft von der Materie am Ende des 19. Jahrhunderts 6. Die neuesten Entdeckungen. L

Dr. Alfred Berg, Geographisches Wanderbuch. [Prof. Dr. Bastian Schmids Naturwissenschaftl. Schülerbibliothek No 23] VI u. 192 S. mit 193 Abb. Leipzig u. Berlin 1914 Pr. gbd. 4 M.

Dieses sehr anregend geschriebene Buch ist wohl in erster Linie für Wandervögel und Pfadfinder bestimmt, wird aber auch jedem anderen, der Lust am Wandern und Interesse an astronomischen und geographischen Studien auf Reisen hat, vielfache Belehrung bringen. Es enthält ganz elementare Anleitungen zu den einfachen geographisch - astronomischen Ortsbestimmungen, Anweisung zur Kartenlehre und zum Orientieren im Gelände, zu Kartenaufnahmen und Vorschriften für hydrographische Studien, daneben noch eine Reihe Kapitel über Besiedelung, Eisenbahnwesen usw., alles Dinge, die jeder mit Interesse lesen und auch gelegentlich praktisch, worauf Verf. besonders Wert legt, anwenden wird. Block

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW





Abb. 2
Das Seddiner Königsgrab von Südosten



Abb. 3
Reste der Steinpackung am Fuss des Seddiner Königsgrabes
Südostseite

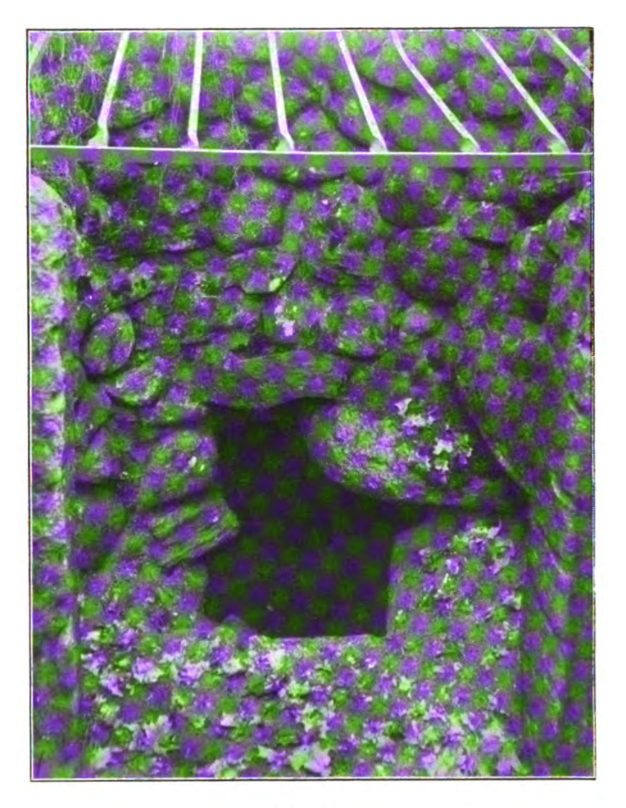


Abb. 4
Blick in die Grabkammer des Seddiner Königsgrabes



Abb. 5
Innenfläche des zum Teil abgetragenen Seddiner Königsgrabes
mit dem Eingang zur Grabkammer, gesehen von Norden



INHALT

Das Seddiner Königsgrab und die Frage seiner astronomischen Orientierung

Von Vermessungsinspektor Albrecht, Berlin-Schöneberg

(Mit einer Doppel-Beilage)

Die Frage der astronomischen Orientierung vorgeschichtlicher Kult- und Begräbnisstätten ist besonders für Großbritannien in umfangreichen Untersuchungen behandelt worden. Die Ergebnisse haben manchen Widerspruch, aber auch manche Zustimmung hervorgerufen. Wie sehr den Prähistorikern eine Datierungsmöglichkeit auf astronomischem Wege erwünscht ist, zeigt ein kleiner Aufsatz W. Pastors[1]), in dem hervorgehoben wird, daß die astronomische Datierung von Stonehenge auf das Jahr 1680 v. Chr. durch Lockyer[2]) den nordischen Altertumsforschern „endlich, endlich den archimedischen Punkt" für eine Chronologie der nordischen Vorgeschichte gegeben habe. Das war im Jahre 1906. Seither ist auch etwas Wasser in diesen Wein geschüttet worden, und wir werden bei einem später folgenden Aufsatz über Stonehenge sehen, wie diese Fixierung des „archimedischen Punktes" zustande kam und welche Schlüsse aus ihr gezogen wurden. Wenn wir nun heute in unserer kleinen Aufsatzfolge über vorgeschichtliche Steinsetzungen in Südengland[3]) gewissermaßen einen Seitensprung machen, so soll dieser einen Auftakt für Stonehenge abgeben und zugleich an den Megalithenbau von Avebury anschließen, den wir in den früheren Heften 13 bis 15 dieser Zeitschrift kennen lernten. Wie Aveburys geheimnisvoller Silbury-Hügel ist auch das Seddiner Königsgrab ein künstlicher Hügel und zwar der größte seiner Art in Deutschland. Während aber der Silbury-Hügel trotz verschiedener Grabungen sein Geheimnis noch nicht hergegeben hat, ist 1899 die Öffnung des Seddiner Königsgrabes gelungen.

Seddin ist ein Dorf in der Westprignitz, dem nordwestlichsten Kreise der Mark Brandenburg. Zwei Kilometer südwestlich vom Dorfe erhebt sich auf einer flachen Bodenwelle ein weithin sichtbarer baumbestandener Hügel. Der Ausschnitt aus dem Meßtischblatt 1 : 25 000 (Abb. 1) zeigt die Höhenverhältnisse des Geländes, in dem der Hügel belegen ist. Auf dem Plane ist seine Höhe mit 60,2 m über N.N. angemerkt. Das Volk nennt diesen Hügel den „Hinzerberg" oder das „Königsgrab". Rings um den Hügel erheben sich noch jetzt wie Trabanten des Riesengrabes kleine Hügelgräber in großer Zahl und mögen

[1]) Willy Pastor: „Neues von Stonehenge", Unterhaltungsbeilage der „Tägl. Rundschau" 1906

[2]) Sir N. Lockyer: Aufsatzreihe über Stonehenge in „Nature" 1906, sowie „Stonehenge and other british stone monuments" 2. Aufl., London 1909

[3]) Siehe „Vorgeschichtliche Baudenkmäler bei Merrivale in Südengland und ihre astronomische Deutung", 14. Jahrg. 5. u. 6. Heft und „Das Großsteindenkmal Avebury in Südengland", 14. Jahrg. 13. bis 15. Heft



diese Gegend zu einem vorgeschichtlichen geweihten Tumulusfeld erhoben haben. Die meisten Tumuli sind jedoch im Laufe der Zeiten der Landwirtschaft, dem Straßenbau und gewerblichen Zwecken zum Opfer gefallen, manche mögen auch von „Schatzgräbern“ durchwühlt und dem Boden gleichgemacht worden sein. Gehen doch seit langen Zeiten in der Prignitz Sagen um von Kostbarkeiten in diesen Gräbern. So soll unter einem besonders großen Hügel ein König in einem dreifachen Sarge, einem eisernen, silbernen und goldenen ruhen,

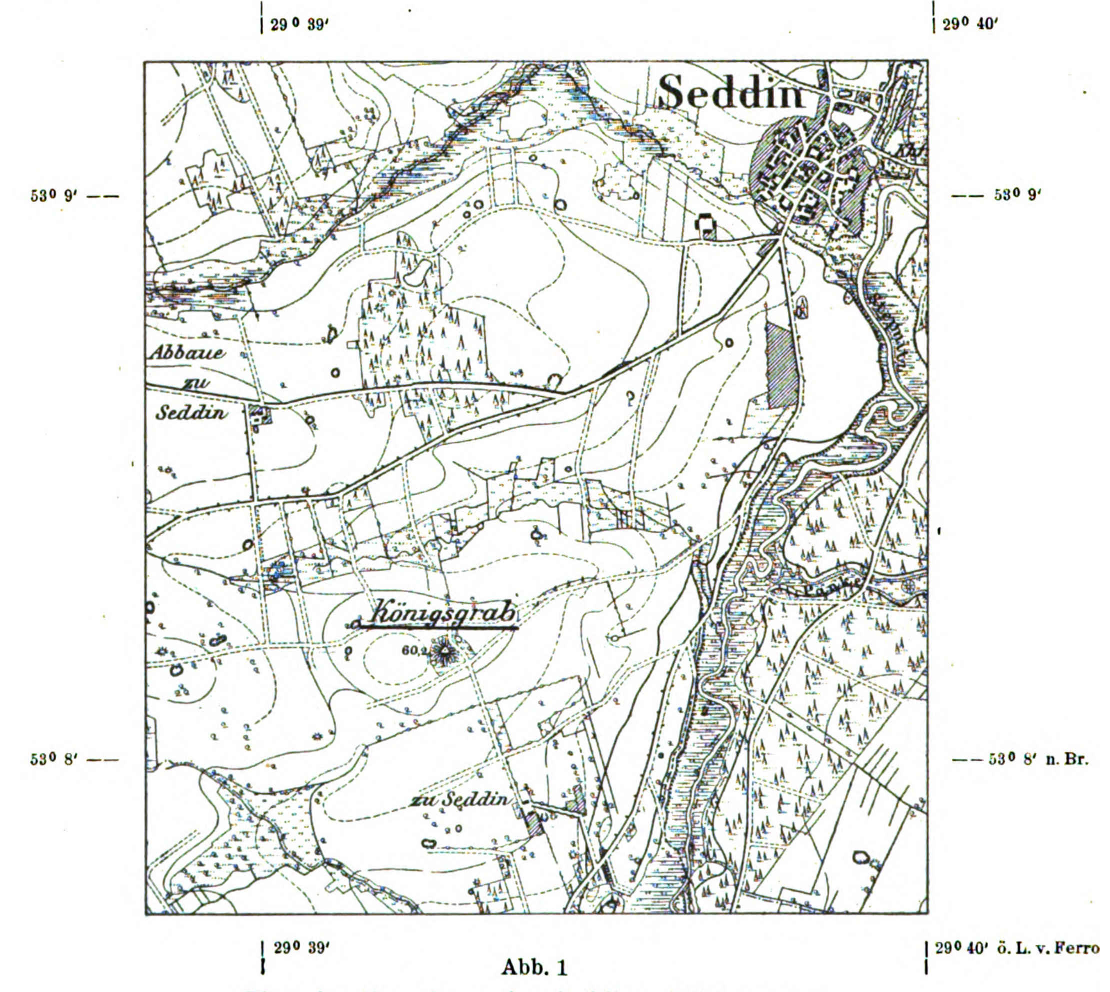


Abb. 1

Plan der Umgebung des Seddiner Königsgrabes

Ausschnitt aus dem Meßtischblatt der Kgl. Preußischen Landesaufnahme
Maßstab 1 : 25000

weshalb die Bauern von Kemmnitz bei Pritzwalk, wie E. Friedel[1]) berichtet, drei Tage lang ein großes Hünengrab aufgruben, in dem der Riesenkönig liegen sollte; aber enttäuscht gaben sie das Graben auf, denn sie fanden zu ihrem Schmerz statt der kostbaren Särge nur tönerne Urnen mit Asche und verbrannten

[1]) E. Friedel: Bericht über das Königsgrab bei Seddin in den Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte 1901 S. 64 bis 73; siehe auch dieselben Verhandlungen 1900 S. 68 bis 73, wo besonders die Sagen von Seddin erwähnt werden. — Einen eingehenden Bericht über Seddin gibt Friedel auch in der Festschrift des Märkischen Provinzial-Museums vom Jahre 1901

Knochen. Die Sage vom Riesenkönig blieb schließlich am Hinzerberg, dem Königsgrab, hängen und hat sich hier, wie wir sehen werden, überraschenderweise in ihren Hauptzügen als zutreffend herausgestellt. Das ist um so erstaunlicher, als in den etwa 3000 Jahren, die seit der Errichtung des Riesengrabes verflossen sind, in der Prignitz zweimal ein Bevölkerungswechsel stattfand. Von Mund zu Mund pflanzte sich die Überlieferung vom dreifachen Sarge fort, und erst im Jahre 1899 zeigte sich durch Öffnung des Hinzerberges ihre Berechtigung[1]).

Abb. 2 zeigt das Königsgrab von Südosten. Die Ausdehnungen des Hügels sind beträchtlich, es besitzt einen Durchmesser am Fuße von rd. 130 m[2]) und jetzt noch eine Höhe von rd. 11 m. Kein anderes Hügelgrab kann sich, wie wir erwähnten, in Deutschland mit diesem Tumulus an Größe messen. Dabei ist zu bedenken, daß der Hügel ursprünglich wohl nicht unbeträchtlich höher gewesen ist. Das zeigt sich auf Abb. 3 an dem den Fuß des Hügels sichernden Kranz von zentnerschweren Geschiebeblöcken, die jetzt zum größten Teil wieder freigelegt sind. Die von oben herabfließenden Erdmassen hatten die Steine fast vollständig überdeckt. Zum Vergleich geben wir als Abb. 6 die Größenverhält-

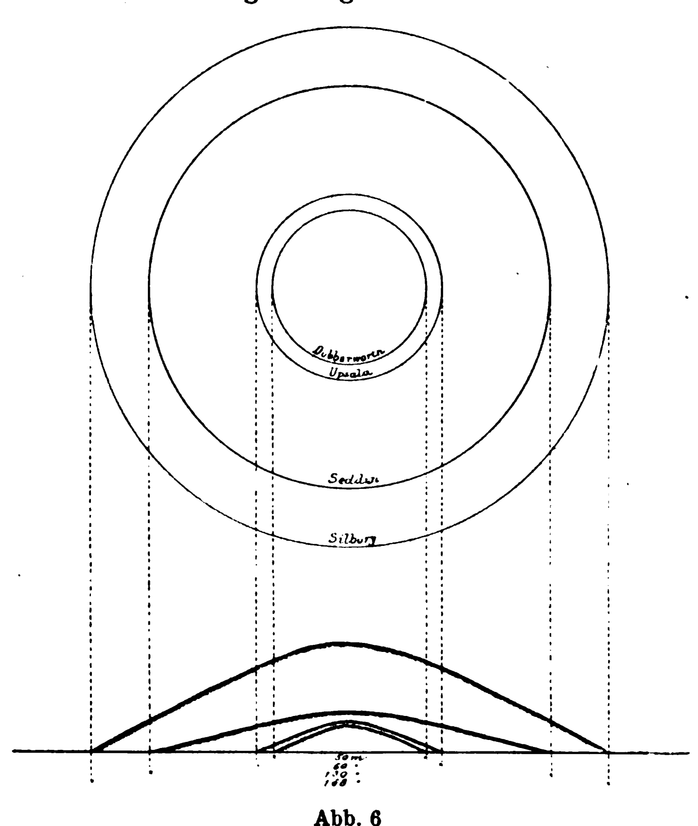


Abb. 6

Größenverhältnisse einiger bemerkenswerter Tumuli im Grund- und Aufriß

	Durchmesser ungef.	Höhe ungef.	bedeckte Fläche ungef.
Dubberworth bei Sagard:	50 m	8 m	1960 qm
Thorshügel bei Upsala:	60	10,5	2830
Königsgrab bei Seddin:	130	12	13270
Silbury-Hügel bei Avebury:	168	35	22160

[1]) Dr. A. Kiekebusch: Landeskunde der Provinz Brandenburg 3. Band Berlin 1912 S. 380 bis 384

[2]) Friedel gibt a. a. O. als Durchmesser 90 m an

nisse des alle Tumuli Europas überragenden Silbury-Hügels bei Avebury in Südengland, ferner des Thorshügels bei Upsala in Schweden (eines der drei Königshügel, die nach Thor, Odin und Freyr benannt werden) und schließlich des Dubberworth bei Sagard, Rügens größten Hünengrabes. Die Größenverhältnisse des Thorshügels und des Dubberworth sind dem genannten Aufsatz von E. Friedel über das Seddiner Königsgrab entnommen. Die Höhen auch dieser Hügel sind ursprünglich sicherlich größer gewesen als sie auf Abb. 6 im Aufriß dargestellt sind. Im Vergleich mit den anderen fällt die ungemein flache Abdachung des Seddiner Hügels auf.

Das Material des Seddiner Hügels besteht aus Sand, der mit kleinen Geschiebesteinen durchsetzt ist. Der Hügel diente daher vor seiner Öffnung lange Zeit hindurch als bequeme Sand- und Steinabfuhrstelle. So ist der Bahnhof in Perleberg mit Steinen aus dem Seddiner Hügel gepflastert. Jetzt hat das, nachdem die Provinz Brandenburg das Gelände erworben hat, um das Grab als eins der bedeutendsten Nationaldenkmäler zu erhalten, naturgemäß aufgehört. Der Rauminhalt der Erdanschüttung wird auf rd. 30 000 cbm geschätzt.

Die Entnahme der Erde aus dem Hügel geschah von Nordosten her. Zuletzt betrieb man die Ausschachtungsarbeiten so, daß ein Stollen ungefähr 17 m südlich vom Mittelpunkt des Hügels am weitesten vorgetrieben wurde. Dabei stieß man im September 1899 auf einige Steinplatten und hatte damit durch Zufall die Grabkammer entdeckt. Jetzt ist der Zugang zur Kammer von beiden Seiten durch rasenabgedeckte Wände aus Feldsteinen gesichert. Dicht vor dem Eingang sind zwei granitene Pfeiler errichtet, an denen eine sichere Eisentür angebracht ist, die das unbefugte Einsteigen in die Kammer verhindert. Die Abb. 4 und 5 der Doppelbeilage zeigen den Eingang zur Grabkammer selbst und deren Inneres, soweit es von außen her sichtbar ist, sowie die Sicherung des Zugangs durch die seitlichen Feldsteinwände mit der Eisentür. Die Grabkammer ist bis zu 1,64 m hoch und wird durch eine trommelartige Steinsetzung von fast kreisförmigem neuneckigen Grundriß gebildet. Die Wände bestehen aus senkrecht aufgestellten Findlingsblöcken, die mit einer dicken Stuck- oder Abputzschicht aus sandigem Ton bedeckt waren. Diese Schicht zeigte weiße und rote Malereien. Das Dach der Kammer ist kuppelartig durch allmählich sich übereinander vorschiebende Steinplatten gebildet und erinnert an die Kuppelbauten von Völkern, die den Steinschnitt zur Wölbung einer massiven Kuppel noch nicht kannten. Die einfache Überdachung durch einen einzigen großen Stein, wie wir sie bei fast allen megalithischen Grabkammern finden, genügte scheinbar den Erbauern des Königsgrabes nicht, sie wählten daher den kunstvolleren Kuppelbau. Näheres über die Konstruktion der Kammer gibt E. Friedel in seinem genannten Aufsatz. Der Raum der Grabkammer ist so groß, daß ungefähr vier Erwachsene in ihm Platz haben. Der Inhalt der Kammer hat nun alle Freunde der nordischen Altertumskunde auf das lebhafteste interessiert. Er bildet mit Recht den Stolz der vorgeschichtlichen Abteilung des Märkischen Museums in Berlin. Wir geben kurz im Auszug an, was Dr. Kiekebusch in der erwähnten Landeskunde der Mark Brandenburg über die Funde in der Grabkammer mitteilt:

„In dieser Kammer — dem ersten „Sarge" — stand ein großes Tongefäß, das mit einem Deckel sorgfältig verschlossen war. Das Tongefäß — der zweite „Sarg" — umschloß eine hohe Bronzeurne, die mit einem Bronzedeckel verschlossen war. Sie enthielt die Leichenbrandreste eines 30 bis 40jährigen

Mannes und Knochen eines Hermelins. Die Bronzeurne — der dritte „Sarg" — hat ursprünglich anderen Zwecken gedient. Als man das Gefäß als Urne verwenden wollte, mußten die beiden Henkel abgebrochen werden, sonst hätte man sie nicht in das Tongefäß hineinstellen können. Die Bronzeurne gehört zu den getriebenen Gefäßen der jüngeren Bronzezeit, die aus dem Süden, aus Italien, stammen. Die einzelnen Stücke sind zusammengenietet. Neben dem großen Tongefäß standen in der Kammer noch zwei kleinere Urnen aus Ton von durchaus nordischem Charakter. Die eine enthielt die Leichenbrandreste einer Frau im Alter von 20 bis 30 Jahren, die andere Reste einer jugendlichen Leiche, vermutlich ebenfalls weiblichen Geschlechts. Möglicherweise rühren sie von Nachbestattungen her. Vielleicht aber herrschte auch hier die Sitte, daß die Gattin dem Gemahl, die Dienerin der Herrin auf den Scheiterhaufen folgte oder folgen mußte. Ein „Königsgrab" mus es in der Tat gewesen sein, denn wahrhaft königlich ist es ausgestattet mit Gefäßen aus Ton und Bronze, mit Waffen, Schmuck und Geräten des täglichen Lebens. Das Schwert ist allerdings nur klein und paßt zu den Heroen der Bronzezeit, die in unsern Hügeln begraben liegen, ebensowenig wie die kleine Tüllenaxt. Beide waren vielleicht nur Parade- oder Miniaturwaffen wie die späteren Galanteriedegen. Für den Männerstreit besaßen die Bronzezeithelden wuchtigere Schwerter, die sich aber jedenfalls, wie ja auch später, vom Vater auf den Sohn und durch ganze Geschlechter hindurch vererbten."

Außerdem fanden sich noch zwei Halsringe, ein Armreif und ein Fingerring aus Bronze, ein Bronzekamm und schließlich zwei Stäbchen aus Eisen. Das eine dieser Stäbchen ist eine grobe Nähnadel, das andere ein Gerät, dessen ursprüngliche Form sich nicht mehr erkennen läßt, da es stark verrostet ist. Dieser Eisenfund ist besonders wertvoll. Er zeigt, daß das Grab im Ausgang der Bronzezeit (etwa um 1000 v. Chr.) errichtet wurde, als das Eisen bereits bekannt, aber noch so selten war, daß man Eisennadeln einem König als Kostbarkeiten mit ins Grab gab.

Wir kommen nun zu der Frage der astronomischen Orientierung des Grabhügels. Es muß zunächst befremden, daß bei der fast kreisrunden Anlage des Hügels überhaupt von einer Orientierung gesprochen werden soll. Eine solche wäre in der Tat nicht zu erkennen, läge die Grabkammer nicht, wie oben kurz erwähnt, exzentrisch. Der Zweck der Exzentrizität hat schon viel Kopfzerbrechen verursacht. W. Pastor äußert sich zu der eigenartigen Lage der Grabkammer wie folgt („Vom Seddiner Königsgrab", Unterhaltungsbeilage der „Täglichen Rundschau" 1909):

„Soweit ist alles klar, und die Vorgeschichte findet kein Rätsel. Nun aber das Geheimnisvolle: das Grab liegt nicht im Mittelpunkt des Hügels, sondern nahe dem Umkreis. Das ist durchaus unerklärlich, wenn wir annehmen sollen, daß der Hügel über der zuvörderst angelegten Kammer aufgeschüttet wurde. Zwei vorgeschichtliche Perioden kommen nach den Funden für die Grabkammer in Betracht: die jüngere Bronze- und vielleicht noch die Hallstattzeit (nach der jetzt herrschenden Annahme die Jahrhunderte 1200—800 und 800—500 v. Chr.). In beiden Perioden war es üblich, über der geschlossenen Kammer, die oft erst in eine Steinverpackung eingebettet wurde, den Hügel so anzulegen, daß sein Gipfel über dem Schlußstein des Grabes lag.

Woher im Fall Seddin die Abweichung?

Eine durchaus unannehmbare Deutung weist auf die ägyptischen Pyramiden, in denen die Grabkammer so versteckt liegt, daß sie jedem Grabschänder unzugänglich schien. Das ist gewiß erklärlich für Ägypten, aber ganz unmöglich für den Norden. Niemals — selbst nicht in Irland — hat in Nordeuropa der eingeführte Totenkult den heimischen Sonnenkult so stark verdrängt, daß die ägyptische Methodik der Grabverschleierung in irgend einer Form Ereignis werden konnte. Wenn wir aber diese einzige bisher gegebene Deutung ablehnen müssen, so bleibt nur eine Möglichkeit. Die nämlich: daß der Hügel längst bestanden hatte, ehe man daran dachte, eine Grabkammer in ihn einzulassen, und ferner, daß die späte Nachbestattung genau aus denselben Gründen erfolgte, die uns veranlassen, hervorragende Tote in Domen beizusetzen. Ein Dom: denn für den Charakter des ungemein umfangreichen Seddiner Haupthügels müssen wir nun wohl annehmen, daß er zu Anfang eine reine Walburg war.

Für zahlreiche Fälle habe ich den Nachweis erbracht, daß ursprüngliche Sonnenheiligtümer unter dem Druck der sich wandelnden Weltanschauung umgedeutet wurden in Gräber. Die schließlich in das Erdreich eingebetteten Dolmen, die Ganggräber, die Hügelgräber sind Beispiele dafür. In den meisten nahm die Umwandlung sich Zeit, und eine Menge von Zwischengliedern führt langsam vom früheren Typus zum späteren. Seddin zeigt die beiden Weltanschauungen hart beieinander. Durch das Königsgrab wurde die einstige Walburg dem Totenkult geweiht. Es ist nichts anderes, als was die Missionare des Christentums taten, wenn sie altheidnische Wehrtürme durch Kapellenanbauten ihrem Glauben dienstbar machten."

Bei diesem Erklärungsversuch muß wohl zweierlei Bedenken erregen: erstens, daß von einer terrassenförmigen Ausbildung des Hügels, die allen Walburgen eigentümlich ist, beim Seddiner Hügel nichts zu merken ist, sodann, daß die Erbauer der Kammer es unternommen haben sollten, gleichsam unter Tage im Innern des Hügels unter der Last der beträchtlichen Sandmassen eine Kuppel zu wölben. Schließlich ist das Verfehlen des Mittelpunktes um rd. 17 m etwas unwahrscheinlich. Ungezwungener ist vielleicht folgende Erklärung: man errichtete zuerst das Grabgewölbe und schüttete dann den Hügel so, daß die Kammer exzentrisch zu liegen kam. Was gab nun aber die Veranlassung, das Grab nicht in die Mitte zu legen? Zweierlei könnte wohl zur Beantwortung dieser Frage führen: zunächst die Annahme, daß die Erbauer die Grabkammer in Bezug auf den Hügelmittelpunkt astronomisch orientieren wollten, sodann, daß der Hügel ein Zwillingsgrab bedecken sollte, dessen zweites Grab vielleicht noch unter den Erdmassen verborgen liegt.

Was die astronomische Orientierung betrifft, so müssen wir uns vergegenwärtigen, daß zur Zeit der Errichtung des Hügels zweifellos der Sonnendienst eine bedeutende Rolle spielte, wenn er nicht überhaupt im Mittelpunkt des religiösen Interesses stand[1]). Es scheint daher nicht ausgeschlossen zu sein, daß, wie es Sir N. Lockyer für eine große Anzahl britischer Steinkreise nachgewiesen hat, auch bei dem Seddiner Königsgrab das Prinzip der Orientierung nach der Sonne in irgend einer Form zum Ausdruck kommt. An dem als Abb. 7 wiedergegebenen Plan[2]) des Seddiner Hügels läßt sich leicht fest-

[1]) Dr. Kiekebusch a. a. O. S. 392

[2]) Gefertigt nach dem Originalplan, der in der „Vorgeschichte der Mark Brandenburg" von Dr. Kiekebusch in der „Landeskunde der Provinz Brandenburg", Bd. III, Berlin 1912, Seite 381, wiedergegeben ist

stellen, daß die Linie, welche durch den Mittelpunkt des Hügels und den der Grabkammer gezogen wird, gegen die Nordsüdlinie einen Winkel (Azimut) von ungefähr 135° (von Nord über Ost gerechnet) bildet. Dies ist annähernd die

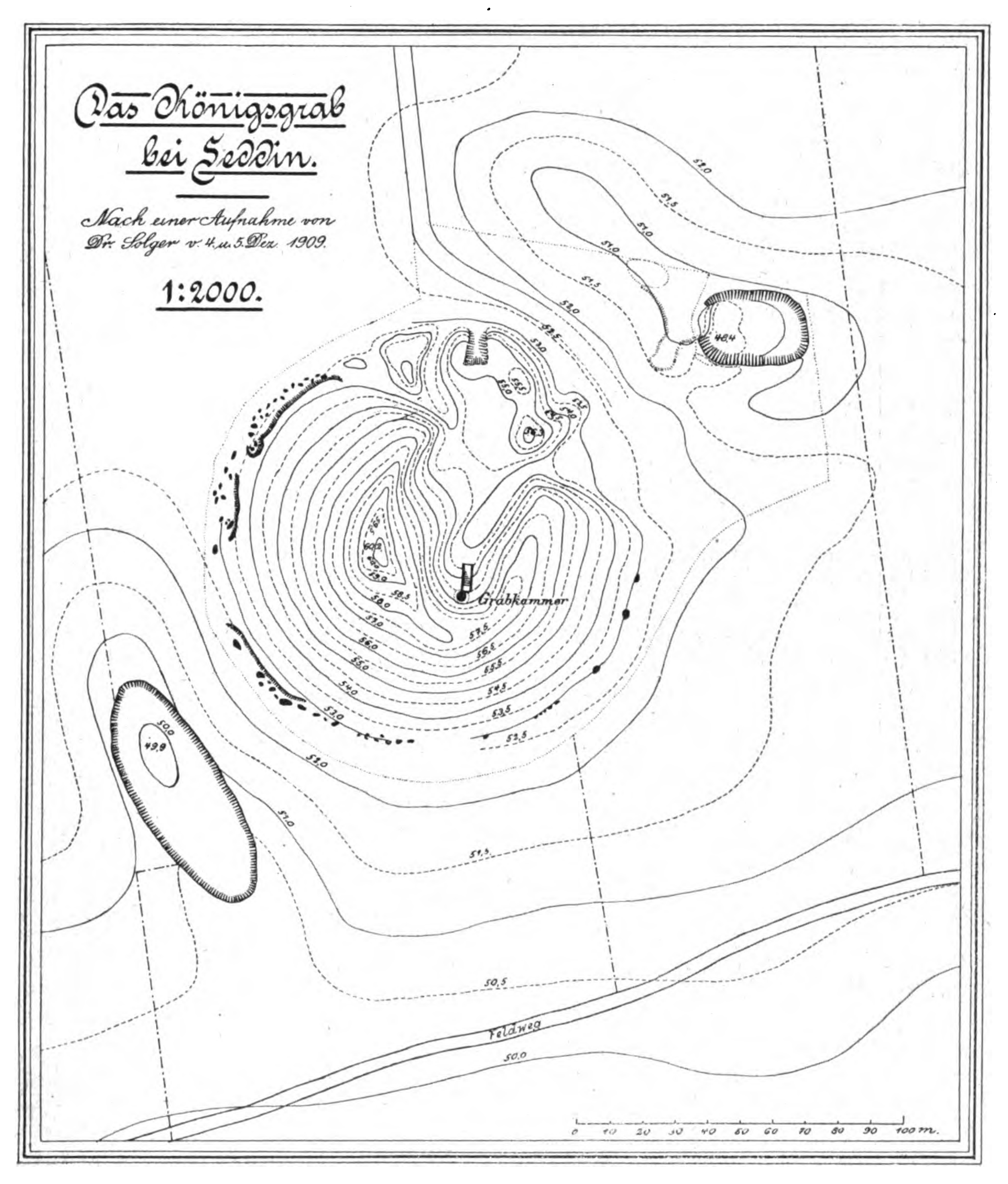


Abb. 7
Lageplan des Seddiner Königsgrabes

Richtung, in der die Sonne, vom Hügel aus gesehen, am kürzesten Tage auf- und am längsten Tage im Jahr untergeht. Man braucht dabei nicht anzunehmen, daß diese Orientierungslinie zu astronomischen Beobachtungen diente, es ist

vielmehr wahrscheinlicher, daß eine solche Orientierung etwa den Sinn hatte wie die Orientierungen der mittelalterlichen Kirchen in ungefähr ostwestlicher Richtung. Daß sowohl der Sonnenuntergang zur Sommersonnenwende wie der der Sonnenaufgang zur Wintersonnenwende in Frage kommen kann, zeigen die britischen Steinkreise. Zum Vergleich stellen wir in den beiden folgenden Tabellen dem Azimutwerte des Seddiner Grabes die von Lockyer in seinem bekannten Werk über Stonehenge (London 1909 2. Aufl. S. 482) angegebenen Azimute einiger britischen Steinkreise gegenüber, die auf ungefähr gleicher geographischen Breite mit Seddin liegen.

Sommersonnenwende

Orientierung nach dem Sonnenuntergang

Geogr. Breite	Name des Steinkreises usw.	Richtung	Azimut von Nord über West zählend, linksläufig
53° 8′	Seddiner Königsgrab	Grabkammer-Hügelmitte	ungefähr 45°
53° 0′	Presaddfed	Blick zum Cromlech	- 46°
		Wintersonnenwende Orientierung nach dem Sonnenaufgang	Azimut von Nord über Ost zählend, rechtsläufig
53° 8′	Seddiner Königsgrab	Hügelmitte-Grabkammer	ungefähr 135°
53° 0′	Llanfechall	Cromlech-Meini Hirion	- 130°
53° 0′	Cefn Isof, Carnarvon	Blick zum Cromlech	- 129°
53° 0′	Glyn, Anglesey	- - -	- 132°
53° 0′	Pen-y-Cnwc, Anglesey	- - -	- 130°
50° 8′	Botallek	Steinkreis D zum Steinkreis C	- 130° 30′
50° 31′	Hurlers, Cornwall	Nordsteinkreis zum Südoststein	- 129° 10′
53° 0′	Ty Newydd, Anglesey	Linie zum Cromlech	- 137°

Das Orientierungsazimut von Stonehenge beträgt 49° 34′ (von Norden über Osten gerechnet) und bezieht sich auf den Sonnenaufgang zur Sommersonnenwende. Während aber bei Stonehenge auf Grund des Orientierungsazimutes eine Datierung des Bauwerkes (auf das Jahr 1680 v. Chr.) vorgenommen werden konnte, ist eine solche bei Seddin nicht möglich, da wir es hier nur mit einem ganz rohen Azimutwert zu tun haben. Es ist nämlich schwierig, einen genauen Mittelpunkt des Hügels auf Grund der nicht ganz kreisförmigen Steinpackung am Fuße des Hügels zu konstruieren. Überdies ist die Exzentrizität verhältnismäßig klein. Es kommt bei diesen Betrachtungen auch nur auf die Frage an, ob die Lage der Grabkammer überhaupt eine Orientierung nach einem mit dem Sonnendienst zusammenhängenden Punkt am Horizont erkennen läßt.

Was die Orientierung der fast kreisrunden Grabkammer selbst betrifft, als deren Achse man diejenige Linie ansehen kann, die durch ihren Mittelpunkt und die Mitte des Zuganges gebildet wird, so beträgt das Azimut dieser Achslinie ungefähr 24° (von Nord nach Ost gezählt), d. h. die Richtung ist nordnordöstlich. E. Friedel sagt in seinem oben erwähnten Aufsatz (S. 66), daß die Öffnung der Grabkammer ziemlich genau nach Nordosten schaut und meint, daß diese Richtung bei der Freilegung der Grabkammer die Hauptrolle spielte, da

„dieser Kompaßstrich bei der letzten zur Gewinnung von neuem Steinmaterial unternommenen Ausgrabung Monate hindurch verfolgt und so endlich ein Stollen bis zum Mittelpunkt der gewaltigen Aufschüttung vorgeschoben" wurde. Läge die Grabkammer im Mittelpunkt des Hügels, so wäre ihre Auffindung durch ein derartiges Verfolgen der Nordostrichtung möglich gewesen. Da sie aber nicht unbeträchtlich exzentrisch liegt, und da vor der Freilegung der Wert der Exzentrizität nicht bekannt war, so ist wohl die Ansicht Friedels von dieser Art des Auffindens der Kammer eine irrtümliche. Die Kammer konnte tatsächlich nur durch Zufall gefunden werden.

Eine besondere Bedeutung scheint der Achsrichtung der Grabkammer nicht zuzukommen. Immerhin ist die Richtung bemerkenswert, da sie ungefähr rechtwinklig zur Orientierungslinie des Hügels liegt, und damit angenähert in der Richtung der beiden tiefen Geländestellen belegen ist, die nordöstlich und südwestlich des Hügels anzutreffen sind und als Entnahmestellen des Materials zum Hügel angesehen werden können (s. Abb. 7). Vielleicht war es Absicht, diese Entnahmestellen so zu wählen, daß die Orientierungslinie des Hügels möglichst unberührt blieb.

Bervor wir zur Frage des Zwillingsgrabes kommen, wollen wir noch kurz die grundlegenden Dimensionen des Seddiner Hügels betrachten. Sie sind auf Grund des von Dr. Solger im Maßstab 1:1000 gefertigten Planes (Abb. 7) ermittelt:

1. Umfang des Hügels am Fuße rund 410 m,
2. Durchmesser des Hügels rund 130 m,
3. Entfernung Grabkammer bis zur Steinpackung in nordöstl. Richtung rund 80 m,
4. Entfernung Grabkammer bis zur Steinpackung in südwestl. Richtung rund 50 m,
5. Doppelte Exzentrizität der Grabkammer rund 34 m,
6. Einfache Exzentrizität der Grabkammer rund 17 m.

Die Länge des nackten Fußes schwankt zwischen 27 und 29 cm[1]). Nehmen wir daher 28 cm als Länge des von den Erbauern benutzten Grundmaßes an, so ergeben sich für die beiden Hauptdimensionen (Halbmesser und Exzentrizität) als Vervielfältigungszahlen ungefähr 200 und 60. Wir werden dabei an die eigentümliche Rechnungsweise der Kelten und Nordgermanen nach Zwanziger-Einheiten erinnert[2]).

Legen wir nun einen Längsschnitt durch den Hügel im Zuge der Orientierungslinie (s. Abb. 8), so tritt die exzentrische Lage der aufgefundenen Grabkammer deutlich in die Erscheinung. Es liegt nahe, auf dem Längsschnitt den entsprechenden exzentrischen Punkt, der von dem ersteren um die doppelte Exzentrizität rund 34 m entfernt liegt, einzutragen, wodurch wir die beiden kritischen Punkte im Hügel erhalten. Die Bedeutung des zweiten Punktes könnte unter der Annahme, daß die Exzentrizität des ersten Punktes (aufgefundene Grabkammer) eine gewollte ist, wohl nicht besser zum Ausdruck kommen, als durch ein zweites Grab, so daß aus dem Seddiner Hügel ein Zwillingsgrab würde. Die ungewöhnliche Größe des Grabhügels und die exzentrische Lage der Grabkammer

---

[1]) P. Kahle, Über Absteckung und geometrische Beziehungen einiger Bauten aus alter Zeit. Allgem. Vermessungs-Nachrichten 1913 Nr. 20 S. 227

[2]) H. Classen, Die Völker Europas zur jüngeren Eiszeit, Stuttgart 1912 S. 21

wären damit ungezwungen erklärt. Zwillingsgräber kommen oft vor; ja die größte Steinsetzung der Welt, Avebury, mit ihrem großen Steinkreis, der zwei kleinere einschließt, müssen wir wohl als ein Zwillingsflachgrab größten Stils deuten. Aber noch weiter. Wir sahen, daß der gigantische Silbury-Hügel bei Avebury noch nicht sein Geheimnis preisgegeben hat. War man aber bei den Grabungen auf dem richtigen Wege gewesen, als man zum Mittelpunkt des Hügels vordrang? Mußte nicht eine andere Richtung eingeschlagen werden, um die Grabkammer oder die Grabkammern zu erreichen? Mit anderen Worten: ist nicht auch der Silbury-Hügel ein Zwillings-Hügelgrab (twin barrow) wie der Königshügel von Seddin mit exzentrisch liegenden Kammern? Zweifellos sind dies offene Fragen und bloße Vermutungen. Wie schwierig es ist, die richtige Deutung zu finden, erhellt schon daraus, daß wir nicht einmal wissen, ob bei Silbury und Seddin die ursprünglich etwa projektierte Anlage eines Zwillingsgrabes wirklich zur Ausführung kam. Vielleicht begnügte man sich aus uns jetzt unbekannten Gründen mit der Erbauung nur einer Grabkammer in exzentrischer Lage. Die Zweifel in Bezug auf das Vorhandensein von zwei Grab-

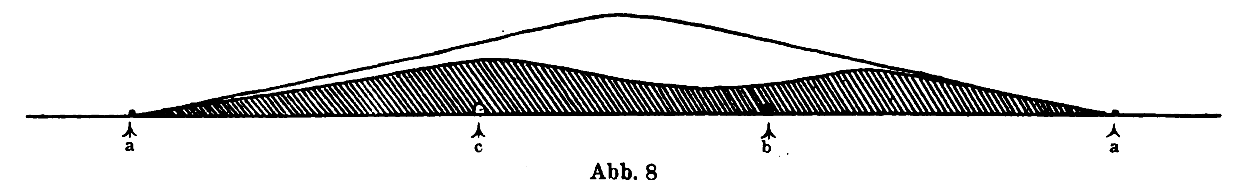


Abb. 8

Längsschnitt durch das Seddiner Königsgrab in der Orientierungslinie des Hügels
(Azimut ungefähr 135°)

Die Schraffur gibt die jetzige, die einfache Linie die wahrscheinliche frühere Gestalt des Hügels an
a = Steinpackung, b = aufgefundene Grabkammer, c = vermutete Lage einer zweiten Grabkammer
(Zwillingsgrab). Die Horizontale liegt 52 m über N. N. Ungefährer Maßstab 1:1000

kammern zu beheben, wird beim Silbury-Hügel wegen seiner gewaltigen Erdmassen und unserer völligen Unkenntnis einer etwaigen Grabkammer-Orientierung sehr schwierig sein. Anders beim Seddiner Königsgrabe. Hier kann die Existenz eines zweiten Grabes an der oben näher bezeichneten Stelle leicht durch Grabung oder auch schon durch Bohrung festgestellt werden.

Unsere norddeutschen Bauten aus germanischer Vorzeit, die als Dolmen, Hünenbetten und Hünengräber bekannt sind, harren noch der Untersuchung ihrer astronomischen Lagebeziehungen, wie sie Lockyer für die britischen Steinkreise in mustergültiger Weise ausgeführt hat. Können diese Untersuchungen allein auch nicht völlige Klarheit über Erbauungszeiten und Zweckbestimmungen bringen, und mögen sie auch manchmal auf Ab- und Irrwege führen, so geben sie vielleicht doch manchen wertvollen Beitrag zur Lösung der vielen noch offenen Fragen, die uns unsere germanische Vorgeschichte darbietet.

Der gestirnte Himmel im Monat August 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Die Entdeckung der Nebelrotation

In den letzten 30 Jahren hatte die photograhische Platte in Verbindung mit dem Spektroskop unsere Kenntnis in der Bewegung der Sternenwelten und ihrer Beschaffenheit bedeutend erweitert. Wenn Laplace in seiner berühmten Nebularhypothese den Versuch

gemacht hat, die Bildung unserer Sonne und Planeten aus einem großen, ausgedehnten Nebel herzuleiten, so war hierbei die notwendige Voraussetzung, daß der Urnebel rotiere. Wenngleich bei dem Eulennebel im großen Bären eine Rotation von West nach Ost von Barnard vermutet worden ist (vergl. Abbildungen vom Eulennebel „Das Weltall" Jg. 10 S. 350 und Jg. 11 S. 13), da eine Verschiebung der eulenartigen Höhlung durch Vergleich der Abbildungen angedeutet war, so ist ein sicherer Nachweis einer Rotation erst jetzt auf der Flagstaff-Sternwarte in Arizona gelungen.

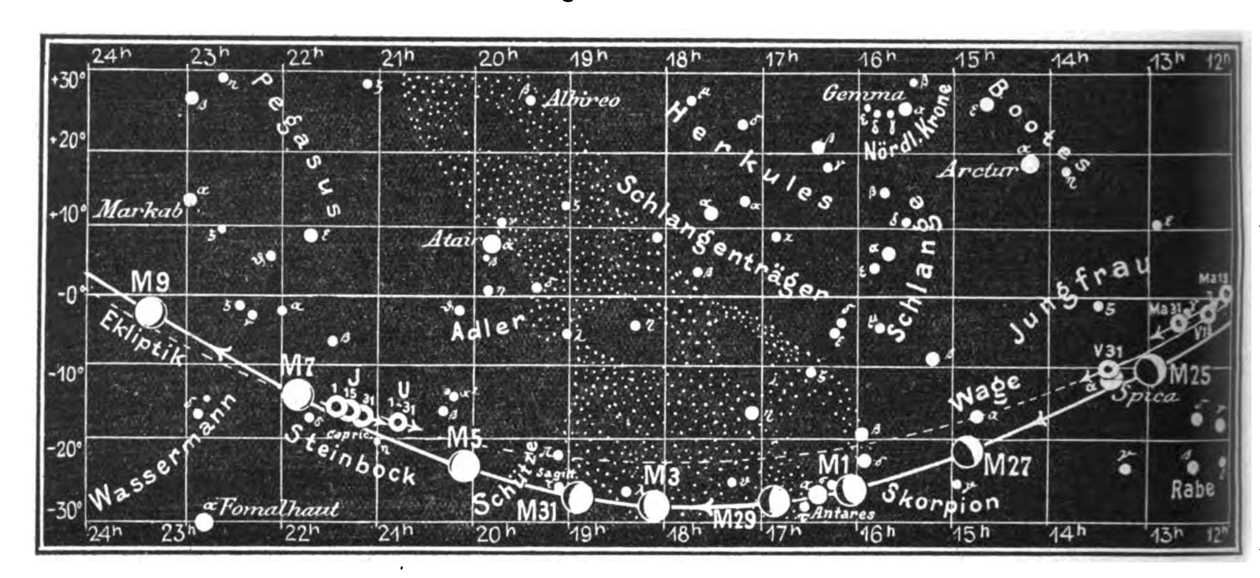
Ein Spektrogramm das von Slipher dortselbst im Jahre 1913 von dem Nebel N. G. C. 4594 in der Jungfrau gemacht worden ist, zeigte eine Beugung der Linien, die darauf schließen ließ, daß dieser Nebel eine ähnliche Rotation um seine Achse vollführte, wie die Planeten es tun. Eine zweite zur Verifikation bestimmte Platte war zu diesem Zwecke leider nicht scharf genug, wies aber immerhin dieselbe Erscheinung auf. Trotz der großen Bedeutung dieser Entdeckung macht Slipher sie erst jetzt in dem Bulletin 62 des Lowell-Observatoriums bekannt, nachdem er eine neue Aufnahme erhalten hat, die die Ergebnisse des vorjährigen Spektrogramms voll und einwandsfrei bestätigt. Wenn man auch seit Laplace der Ansicht war, daß die Nebel rotieren, so kommt doch die direkte Beobachtung dieser Rotation ebenso unerwartet wie seinerzeit die Entdeckung der hohen Radialgeschwindigkeiten. Die Tatsache, daß die Radialgeschwindigkeit dieses Nebels 1000 km in der Sekunde beträgt, läßt es nicht merkwürdig erscheinen, daß auch die Rotation eine sehr schnelle ist.

Der Spalt des Spektrographen wurde auf die Längsachse des Nebels, der zu den spindelförmigen gehört, gerichtet und daher zeigt die Beobachtung deutlich, daß solche Nebel, von der Seite gesehen, Spiralen sind. Die Entdeckung der Rotation dieses Nebels — die Rotationsachse ist annähernd von Nord nach Süd gerichtet — eröffnet der Forschung ein neues Feld und zweifellos wird die schnelle Rotation auch noch bei anderen Nebeln festgestellt werden können. Unter den zahlreichen Nebel-Spektrogrammen der Flagstaff-Sternwarte befinden sich einige wenige, die Andeutungen gebeugter Linien zeigen, darunter befindet sich auch der Andromeda-Nebel. Die Helligkeit und günstige Lage dieses Nebels, die die feinsten Instrumente anzuwenden gestattet, wird es gestatten, die Frage nach der Rotation auch dieses scheinbar größten Spiralnebels zu lösen.

Die Sterne

Am 1. August abends 10 Uhr durchschneidet der Meridian im Süden den Schützen, zieht sich zwischen Adler und dem Schlangenträger durch die Milchstraße zum Zenit hin. Um diese Zeit steht hier der hellste Stern der Leier, die Wega, im Meridian. Dieser Stern wurde von den Arabern mit seinen zwei kleineren Nachbarsternen ε und ζ der „fallende Adler" genannt. Die Araber kannten noch einen „fliegenden Adler", das war der helle Stern Atair mit seinen beiden Nachbarsternen β und γ, die eine gerade Linie mit ihm bilden (vergl. die Abbildungen im „Weltall" Jg. 5 S. 358). Noch heute trägt das Sternbild, welches als hellsten Stern den Atair enthält, den Namen „Adler". Atair ist nur 14 Lichtjahre von uns entfernt. Seine jährliche Eigenbewegung ist sehr bedeutend, sie beträgt 0",65; er nähert sich der Erde in jeder Minute um etwa 2000 km. Atair bildet mit Wega und Deneb das berühmte große, rechtwinklige Dreieck am Himmel. Wega selbst ist weiter von uns entfernt als Atair, nämlich 35 Lichtjahre, ihre Eigenbewegung ist geringer als die des Atair, sie beträgt nur 0",35. Hiergegen ist Deneb von allen hellen Sternen einer der fernsten. Das Licht ist etwa 500 Jahre unterwegs, bevor es unser Auge trifft. Deneb muß einen ganz bedeutenden Durchmesser besitzen, der etwa 1000 Mal so groß wie der unserer Sonne ist, damit der Stern in dieser Entfernung noch diese Helligkeit zu uns senden kann. In etwa 9000 Jahren wird Deneb die Rolle des Polarsternes spielen, und in 12000 Jahren wird Deneb von der Wega, die noch näher zum Pol zu stehen kommt, abgelöst werden. Die Wega ist noch dadurch ausgezeichnet, daß sie nicht viel von dem Punkte abliegt, wohin unser ganzes Sonnensystem sich bewegt. Die genaue Lage dieses Punktes, dem unsere Sonne mit einer

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Geschwindigkeit von über 1200 km in der Minute durch die Tiefen des Weltraumes zustrebt, liegt nach Boß in Rekt. = $18^h\ 2^m$, Dekl. = + 34°.

In der Leier findet sich zwischen den beiden Sternen β und γ der berühmte sog. Ringnebel. In Wirklichkeit ist er elliptisch geformt; die größere Achse verhält sich zur kleineren wie 5 : 4. Neuere Photographien haben den Ring, welcher schon immer verschieden dicht erschien, in eine große, unregelmäßige Spirale aufgelöst. Im Innern, fast im Zentrum, dieses merkwürdigen Gebildes, liegt ein unregelmäßig, veränderlicher Stern, der optisch nur sehr lichtschwach = 16. Größe ist, aber auf den Photographien sich als ein helles Gebilde erweist. Da sein Spektrum ein kontinuierliches ist und nicht nur helle Linien zu sehen sind, so kann es kaum eine dichtere Stelle des Nebels sein. Dieser Ringnebel wird in den bevorstehenden Sommernächten den Besuchern der Treptow-Sternwarte mit dem großen Fernrohr gezeigt und bildet wegen seiner großen Ausdehnung von einer Bogenminute und den dichteren Stellen, welche in dem äußeren Ring deutlich zu erkennen sind, eines der interessantesten und merkwürdigsten Gebilde.

Der Perseïdenschwarm vom 9. bis 12. August

Da in diesem Jahre der Vollmond auf den 6. August fällt und das letzte Viertel am 14. August eintritt, wird die Beobachtung der Auguststernschnuppen durch den Mond gestört, zumal er in den Tagen der größten Reichhaltigkeit der Sternschnuppen bereits gegen 9 Uhr aufgeht und während der ganzen Nacht am Himmel steht. Der Ausgangspunkt liegt im Perseus und ist in unserer Augustkarte durch fünf von einem Punkte ausgehende Pfeile angedeutet. Er liegt abends 9 Uhr für unsere Breiten etwa 18° über dem Horizont und geht am frühen Morgen durch den Scheitelpunkt. Eine Anweisung zum Photographieren der Sternschnuppen finden unsere Leser bereits im 1. Jahrgang des „Weltalls" Seite 25.

Der Lauf von Sonne und Mond

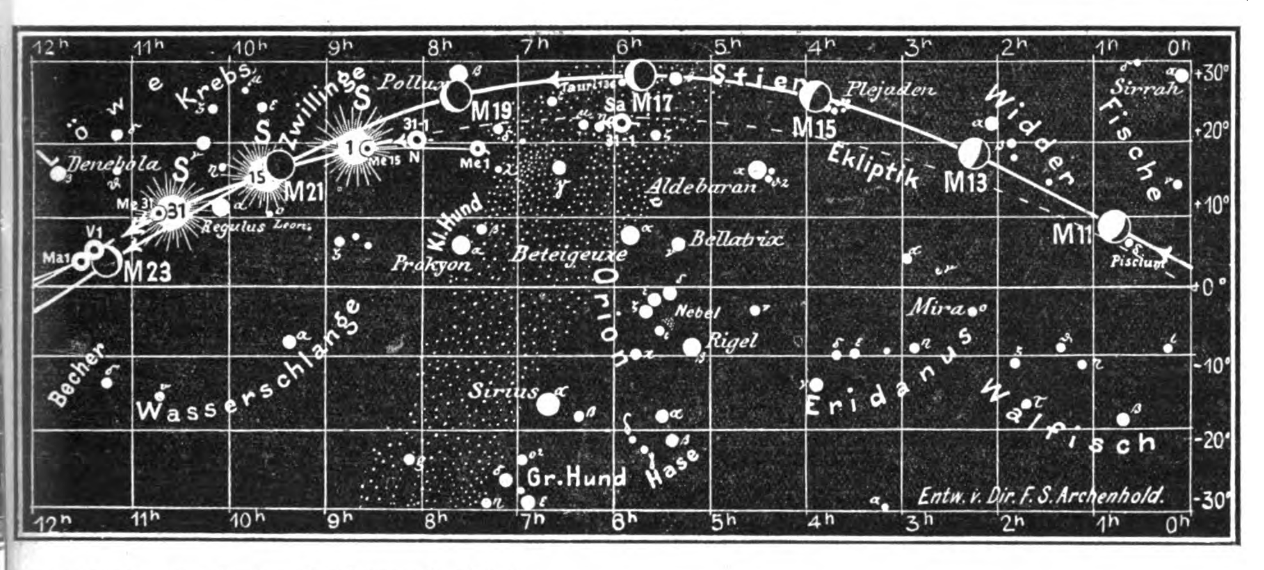
Die Sonne (Feld $8^3/_4{}^h$ bis $10^1/_2{}^h$) tritt am 24. August aus dem Zeichen des Löwen in das der Jungfrau. Am 21. August haben wir eine totale Sonnenfinsternis, über die wir an anderer Stelle Heft 17 S. 257 fg. und Heft 18 S. 285 fg. berichtet haben.



für den Monat August 1914

Fig. 1a

Nachdruck verboten



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Im August nimmt die Länge der Tage wieder schnell ab, da die Sonnenhöhe um die Mittagszeit fast um 10° sinkt. Genaue Angaben finden sich in folgender Tabelle:

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
August 1	+ 18° 11′	$4^h 26^m$	$7^h 57^m$	$55^3/_4{}^0$
- 15	+ 14° 15′	$4^h 48^m$	$7^h 31^m$	$51^3/_4{}^0$
- 31	+ 8° 52′	$5^h 15^m$	$6^h 57^m$	46 °

Der Mond ist mit seinen wechselvollen Phasengestalten in unsere Karte 1a und 1b für den 1. bis 31. August von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf die Daten:

Vollmond:	August 6	$1^1/_2{}^h$ nachts		Neumond:	August 21	$1^1/_2{}^h$ nachm.
Letztes Viertel:	- 14	2^h	nachts	Erstes Viertel:	- 28	6^h morgens

Es liegt in der Natur der Sache, daß in der Zeit der totalen Sonnenfinsternis Neumond ist.

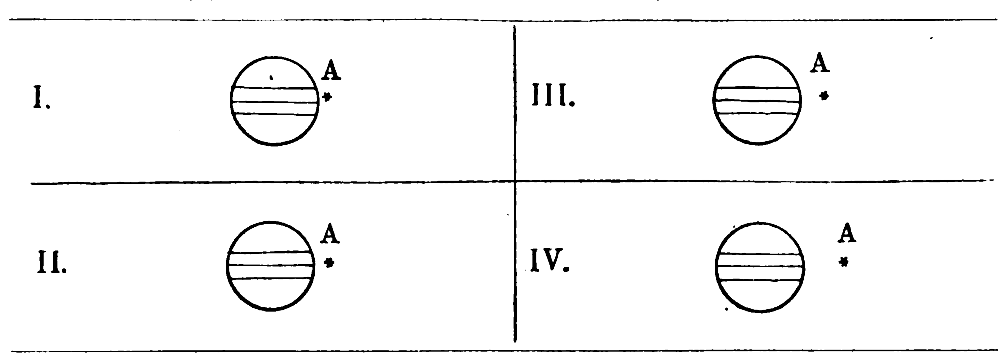
Im Monat August finden vier Sternbedeckungen statt:

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Win-kel	Austritt M. E. Z.	Win-kel	Bemerkung
August 3	τ Sagittarii	3,3	19^h 2^m	— 27° 48′	8^h 23^m,6 abends	77°	9^h 39^m abends	265°	Mondaufgang 7^h 7^m abends
- 5/6	η Capricorni	5,0	21 0	— 20 12	11^h 20^m,3 abends	55	12^h 35^m,9 nachts	249	Mond in Meridian August 6 12^h 11^m nachts
- 10	δ Piscium	4,4	0 44	+ 7 7	9^h 25^m,1 abends	90	10^h 17^m,1 abends	211	Mondaufgang 8^h 55^m abends
- 17	136 Tauri	4,7	5 48	+ 27 36	12^h 41^m,5 nachts	87	1^h 34^m,7 nachts	261	Mondaufgang August 16 11^h 15^m abends

Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

August

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr



Stellungen der Trabanten um 11^h Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1	4	○	1 3 2
2	2 1 4	○	3
3	2	○	1 4 3
4	1/3	○	2 4
5	3 1	○	2 4
6	3 2	○	1 4
7	3 1	○	4 2 ●
8		○	3/1 2 4
9	1 2	○	4 3
10	2	○	1/4 3
11	4 1	○	3 2
12	○ 1 4 3	○	2
13	4 3 2	○	1
14	4 3 1 2	○	
15	4	○	3 1 2
16	4 1 2	○	3
17	4 2	○	1 3
18	4 1	○	3 2
19	3	○	1 2 4 ●
20	3 2	○	4 1 ●
21	3 2/1	○	4
22		○	1 2 4 3 ●
23	○ 2 1	○	3 4
24	2	○	1 3 4
25	1	○	2 3 4
26	3	○	1 2 4
27	3 2	○	1/4
28	3 4 2 1	○	
29	4	○	3 1 2
30	4 1 2	○	3
31	4 2	○	1 3

Die Planeten

Merkur (Feld $7^1/_2{}^h$ bis $10^3/_4{}^h$) ist in dem ersten Drittel des Monats fast $^1/_2$ Stunde lang im Nordosten am Morgenhimmel sichtbar. Am 5. August erreicht er seine größte westliche Abweichung. Ende des Monats hat er die Sonne in seinem scheinbaren Lauf bereits wieder eingeholt. Seine Entfernung von der Sonne beträgt dann 205 Millionen km, und sein scheinbarer Durchmesser 4″,9.

Venus (Feld $11^1/_2{}^h$ bis $13^1/_2{}^h$) ist zuerst eine $^3/_4$ Stunde und zuletzt nur noch $^1/_2$ Stunde lang als Abendstern sichtbar. Ihr Durchmesser nimmt von 16″,1 auf 20″,6 zu und ihre Entfernung von 156 auf 122 Millionen km ab. Am 6. d. M. steht sie nur 10′ vom Mars entfernt und am 31. $^1/_2{}^0$ nördlich von der Spica (Siehe Karte 1^b Feld $13^1/_2{}^h$).

Mars (Feld $11^1/_2{}^h$ bis $12^3/_4{}^h$) wird von Mitte des Monats an wegen seines tiefen Standes unsichtbar und bleibt es bis zum Schluß des Jahres. Er steht Ende des Monats schon 348 Millionen km von uns ab. Sein Durchmesser ist auf 4″ zurückgegangen. Am 30. August steht er nicht weit von γ in der Jungfrau. Seine Helligkeit beträgt nur noch den 14. Teil von der, die er in seiner Erdnähe am 1. Januar dieses Jahres erreicht hatte. Damals betrug seine Entfernung von der Erde nur 93 Millionen km. Ende des Jahres, am 24. Dezember, erreicht er mit 362 Millionen km seine größte Erdentfernung.

Jupiter (Feld $21^1/_2{}^h$ bis $21^1/_4{}^h$) gelangt am 10. d. M. abends 10^h in Opposition zur Sonne und ist daher während der ganzen Nacht zu beobachten. Seine Entfernung nimmt nur von 606 auf 613 Millionen km zu, sodaß sein Polardurchmesser am 31. August noch 44″,4 beträgt. Die Stellungen der Jupitersmonde für den Monat August sind auf Seite 302 dargestellt.

Saturn (Feld $5^3/_4{}^h$ bis 6^h) geht schon Mitte des Monats um Mitternacht auf. Die Dauer seiner Sichtbarkeit nimmt Ende des Monats bis auf $4^3/_4$ Stunden zu, sodaß er bis Sonnenaufgang gesehen werden kann. Seine Entfernung nimmt von 1460 auf 1400 Millionen km ab und dem entsprechend sein Durchmesser von 15″,7 auf 16″,4 zu. Der Durchmesser der Saturnskugel beträgt das $9^1/_2$ fache des Erddurchmessers und das Ringsystem, das jetzt sehr günstig zu beobachten ist, hat einen so großen Durchmesser, daß 21 Erdkugeln aneinander gelegt werden müssen, um die Größe des Durchmessers zu erreichen.

Uranus (Feld $20^3/_4{}^h$), der in unmittelbarer Nähe vom Jupiter steht, gelangt am 2. August, abends 8 Uhr in Opposition zur Sonne und ist infolgedessen auch während der ganzen Nacht zu beobachten. Seine Entfernung nimmt von 2819 auf 2838 Millionen km zu.

Neptun (Feld 8^h) rückt erst Ende des Monats wieder aus den Strahlen der Sonne und nähert sich der Erde von 4600 auf 4542 Millionen km.

Bemerkenswerte Konstellationen:

August	5	2^h nachm.	Merkur in größter westlicher Abweichung 19^0 13′
-	6	3^h morgens	Venus in Konjunktion mit Mars. Venus 0^0 10′ südlich von Mars
-	6	11^h vormitt.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	17	6^h morgens	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	20	7^h abends	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	24	8^h morgens	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	24	11^h abends	Venus in Konjunktion mit dem Monde

Kleine Mitteilungen

Vulkane und Meer. Von einer Schülerin Brancas, Dr. Antonie Täuber, rührt bereits eine kartographische Arbeit im Sinne der im vorigen Hefte (18) angedeuteten her. Es ist ihr eine Karte beigegeben, welche die Lage der Vulkangebiete zum Meere klar hervortreten läßt.

Die ungarischen Vulkane. Die größten und wichtigsten tertiären Vulkangebiete Mitteleuropas sind die ungarischen, die sich als ein gewaltiger Halbkreis dem Innenbogen der Karpaten anschließen. Am ausgedehntesten sind die Decken im Schemnitzer Gebirge im Westen und

die des Caliman-Hargita-Zuges im Osten. Dazwischen liegt eine große Zahl von einzelnen deckenreichen Gebirgen. Mehr nach der Mitte des Bogens liegen die siebenbürgischen Ergüsse und ganz außerhalb der Kette vom Schemnitzer Gebirge die Basalteruptionen des Bakonierwaldes. Die Mehrzahl der ungarischen Vulkane ist im Mittel- und Obermiozän tätig gewesen. Einzelne gehen in das Pliozän hinein. Während des ganzen Neogens war die Ungarische Ebene vom Meere eingenommen, das bis an den Karpatenbogen heranreichte. Die Mehrzahl der Vulkane lag hart an der Küste, welche durch die großen Abbrüche der ungarischen Ebenen gekennzeichnet ist. Diese großen erloschenen ungarischen Vulkane liegen also wie die Mehrzahl der heutigen am Meere, und doch ist nicht das Meer an sich die Ursache dieser Vulkanverbreitung, sondern Vulkane und Meereseinbruch sind beide in gleicher Weise von der Tektonik abhängig, welche dem Meere den Weg freimachte und den Vulkanen die Spalten öffnete, aus denen das Magma herausdrang.

Die übrigen mitteleuropäischen Vulkane. Von den übrigen zahlreichen mitteleuropäischen, welche an Ausdehnung im einzelnen weit hinter der der ungarischen zurückbleiben und im ganzen nicht von gleicher Bedeutung waren wie diese, haben vielleicht nur die kleinen südöstlichen Teile der Vulkane des französischen Zentralplateaus eine gewisse Meeresnähe gehabt; zumeist spielte sich der Vulkanismus aller Voraussicht nach über 100 km vom Meere entfernt ab. Auch hier zeichnete die Tektonik den Weg vor, auf dem die Magmen empordrangen. Aber die Brüche waren nicht so tief wie die in Ungarn.

Am winzigsten sind die süddeutschen Vulkane, welche auch zum Teil von der Tektonik wenig abhängig sind. Wenigstens sind die in der Nähe vorhandenen Brüche nur gering, und die wie ein Sieb die Albdecke durchlöchernden Vulkanembryonen Brancas sind als runde Löcher ganz regellos ohne Anordnung auf irgend welchen Spalten verteilt.

Wie ein mehrfach unterbrochenes Band ziehen sich von der Eifel bis nach Böhmen die Vulkangebirge hin, die zum Teil schon im Oberoligozän begonnen haben dürften, in der Hauptsache aber im Miozän erumpierten. Einzelne, wie die Vulkane der Vordereifel, vielleicht auch die der Egerer Gegend und die schlesischen von Freudental, sind im Diluvium tätig gewesen. Während der Haupteruptionszeit, dem Miozän, lagen diese Vulkane alle Hunderte von Kilometern weit vom Meere entfernt. Aber auch hier sind zumeist tektonische Ursachen zu erkennen, welche die Ausbrüche veranlaßt haben dürften (aus Plaßmanns neuesten „Jahrbücher der Naturwissenschaften“ 1913/14, 29. Jg.).

Wie Thales die Ägypter die Pyramiden messen lehrte. In dem vor kurzem im Verlage der Akademischen Verlagsgesellschaft in Leipzig erschienenen Buche „The Svedberg, Die Materie“ findet sich folgende astronomisch interessante Stelle: „Es wird berichtet, daß Thales den Ägyptern eine einfache und sinnreiche Methode angegeben hätte, die Höhe der Pyramiden zu messen, was ihnen bis dahin unmöglich gewesen sein soll. Er hätte darauf hingewiesen, daß, wenn der Schatten eines Menschen dieselbe Länge hat, wie dieser Mensch selber, das gleiche auch für den Schatten der Pyramide gelte.“ Daraus ergibt sich übrigens eine einfache Methode, die Höhe von Bauwerken und dergl. annähernd zu messen. L

Bücherschau

Hofe, Chr. v., Fernoptik. Aus der Sammlung „Wissen und Können“ Bd. 21. VI u. 158 S. mit 117 Abb. Leipzig. Joh. Ambr. Barth Pr. geb. 5 M

Um den schwierigen Stoff den Lesern nahezubringen, hat der Verfasser auf mathematische Hilfsmittel ganz verzichtet. Da er auch sonst fast garkeine Vorkenntnisse voraussetzt, gibt er in dem ersten Teile des Werkes eine kurze Einführung in die geometrische Optik. Das geschieht nur soweit, wie es für das Verständnis der Instrumente erforderlich ist. Der größere zweite „Praktische Teil“ gibt eine Beschreibung der Fernrohre und Ferngläser, um dann in der Hauptsache die militärtechnischen Instrumente (Fernrohre, Scheinwerfer, Signalapparate, Zielfernrohre, Entfernungsmesser — diese besonders ausführlich) zu besprechen. Am Schluß werden einige praktische Ratschläge für den Gebrauch der Fernrohre gegeben. L

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW



INHALT

Alchemie [1])

Von Professor Dr. The Svedberg-Upsala

„Des Himmels Tore stehen offen;
Der Erde Tore stehen offen;
Des Meeres Weg ist offen;
Der Ströme Weg ist offen;
Alle Götter und Geister gehorchten meinem Geiste;
Des Himmels Geist gehorchte meinem Geiste;
Der Erde Geist gehorchte meinem Geiste;
Des Meeres Geist gehorchte meinem Geiste;
Der Ströme Geist gehorchte meinem Geiste."

Leydener Papyrus Litt. V.

Die Römer haben nach der Eroberung Griechenlands sich zwar dessen Kultur und Wissenschaft angeeignet, sie vermochten jedoch nicht durch selbständigen Weiterbau in irgend welchem erheblicheren Maße Verbesserungen herbeizuführen und haben auch äußerst wenige Naturforscher hervorgebracht. Dioskorides, der hervorragendste Forscher des ersten Jahrhunderts n. Chr., war Grieche, und der römische Schriftsteller auf dem hierher gehörenden Gebiete, dessen Name berühmt geworden ist, Plinius d. Ä., war nur Sammler und Kommentator und als solcher nicht einmal entschieden hervorragend. Seine Quellenforschung geht nicht über Theophrastos und Dioskorides, die er mitunter mißverstanden hat, hinaus.

Selbst in der Zeit des politischen Verfalls besaß die Forschung noch ein Heim in Griechenland. Von da wurde sie unter den Ptolemäern nach Ägypten verpflanzt. Diese uralte Stätte geheimer Künste und verborgener Wissenschaft war zu Beginn unserer Zeitrechnung und während der folgenden Jahrhunderte die eigentliche Hauptstätte wissenschaftlicher Forschung, während beständige politische Umwälzungen den Bestand der griechisch-römischen Kultur bedrohten, die auch schließlich mit dem Römerreich zusammenbrach. Im folgenden werden wir sehen, wie die mittelalterliche Naturforschung aus den Werken der hellenistischen Schriftsteller Nahrung gezogen hat, welche, wie überhaupt die griechische Literatur, auf wunderbaren Wegen zu den westlichen Ländern vorgedrungen ist — über Syrien, Arabien und Spanien. Außerdem erhielten sich ge-

---

[1]) Aus dem bereits besprochenen neuen Werke des bekannten schwedischen Chemiko-Physikers The Svedberg „Die Materie" (Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1914) drucken wir dieses prächtige kurzgefaßte Kapitel ab. Wie aus der Astrologie die Astronomie, der Inbegriff präziser Forschung, hervorging, so wurden aus den bösesten Verwirrungen die schönen Ergebnisse der wissenschaftlichen Chemie geboren. Und das Kapitel „Alchemie" erscheint gerade jetzt im Zeitalter des Radiums in neuem Lichte, weshalb es nicht unangebracht erscheint, nun einmal wieder die Aufmerksamkeit darauf zu lenken. D. Red.



wisse spätgriechische Ideen und Verfahren in aller Stille bei den lateinischen Völkern, trotz wiederholter Barbarenherrschaft, meist im Verein mit technischen Überlieferungen in Kunst und Handwerk. Diese alten Überlieferungen sind, wie kürzlich nachgewiesen wurde, für die Probleme der mittelalterlichen Chemie von Bedeutung gewesen.

Die Naturforschung der ersten 1500 Jahre unserer Zeitrechnung bietet nur wenig an neuen Gesichtspunkten oder vertieften Auffassungen in betreff der Grundfrage, mit der wir uns hier beschäftigen und deren wissenschaftliche Beantwortung im Laufe der Zeiten wir verfolgen, nämlich der Frage nach dem Aufbau und nach den verschiedenen Arten der Materie. Die Materienforschung des Mittelalters ist fast in keinem Punkte frei wahrheitssuchend, sie geht bewußt einem Wahne nach, im Banne eines einzigen Gedankens, der sie blind und voreingenommen macht. Die „Metallverwandlung“ ist das Losungswort und zwar, wie es fast selbstverständlich ist, die Umwandlung der unedlen Metalle in edle und damit der Erwerb unendlichen Reichtums. In den Dienst dieser Idee stellten sich die Forscher, selbst die hervorragendsten, während langer Jahrhunderte. Gewaltige Mengen von Arbeitskraft, Zeit und Gedankenarbeit sind an diesem unfruchtbaren Problem verschwendet worden. Von einem glänzenden Trugbild geblendet, verlernt die Forschung das Suchen nach Wahrheit, das immer eine der edelsten Äußerungen des menschlichen Geistes war und ist. Die Geschichte der Alchemie ist die Geschichte eines ebenso ausgebreiteten wie tief eingedrungenen Irrwahns. Schon dadurch bietet sie vieles von allgemeinem Interesse; sie ist aber überdies der gegebene Hintergrund für die Chemie der neuen Zeit und darum dürfen einige Mitteilungen aus ihrer Geschichte im Zusammenhang unserer Darstellung nicht fehlen.

Der Ursprung und die Bedeutung des Wortes Chemie ist nicht mit Sicherheit festgestellt. Man hat es unter anderem auf einen alten Namen für Ägypten: „Cham“ zurückzuführen gesucht, der den schwarzen Boden des Landes bezeichnete, und brachte dies in Verbindung mit der Gewohnheit der Ägypter, ihre technischen Fertigkeiten und ihre Wissenschaft geheim zu halten. So sollte nun Chemie die „ägyptische“ Kunst mit der Nebenbedeutung „dunkel“ — die „Schwarzkunst“ bezeichnen. Nach einem alexandrinischen Schriftsteller Zosimos, der um 400 n. Chr. gelebt haben soll, wäre Chema der Name für die Geheimlehre, welche die Söhne der Götter den Menschentöchtern zum Lohn für bewiesene Gunst mitgeteilt hätten (vgl. Genesis 6, 2), und Chemia bedeutet bei ihm vermutlich die Kunst, edle Metalle herzustellen. Von den Alexandrinern sagt keiner direkt, was Chemie sei, aber ihre Abhandlungen betreffen immer die Kunst, aus unedlen Metallen edle zu erzeugen oder abzuscheiden, die Kunst, falsche Edelsteine zu machen und die Färbekunst, was alles nach ihrer Meinung von den Menschen auf die genannte geheimnisvolle Weise gelernt worden war. Daher wird diese Kunst auch vielfach die heilige oder göttliche, ebenso Färbe- oder Goldmacherkunst genannt, der Name Chemia kommt seltener vor. Die erste Schrift von sicher bestimmtem Alter, die das Wort Chemie enthält, ist indessen eine astrologische Abhandlung eines sizilianischen Verfassers Julius Firmicus (300 n. Chr.). Er wendet es ohne Erklärung wie einen allgemein bekannten Namen für irgendeinen nicht näher genannten Teil menschlicher Wissenschaft an. Im Mittelalter war die Bezeichnung für die Metallverwandlung, besonders für die Goldmacherkunst, Alchemie, was das Chemia der Griechen mit dem arabischen Artikel ist.

Die alexandrinischen griechisch schreibenden Forscher sind sicherlich die ersten, die das Problem der Metallverwandlung zum Gegenstand der Untersuchung gemacht und darüber geschrieben haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach haben sie viel von den Ägyptern gelernt und sich ihrer Geheimkünste und mystischen Wissenschaften bedient. Die älteste hierher gehörige Handschrift, die wir kennen, ist ein in Leyden verwahrter Papyrus aus der Zeit von 200 bis 300 n. Chr., der in Theben gefunden worden ist. Es ist eine Rezeptensammlung, hauptsächlich zur Metallfärbung. Man glaubte, daß Metalle auf dieselbe Weise gefärbt werden könnten wie Zeug oder Glas. Auf Grund der aristotelischen Elementenlehre kam man leicht zu der Meinung, daß eine stufenweise Änderung der Eigenschaften eines Metalls dieses einem anderen Metall immer ähnlicher und schließlich ganz gleich machen könnte. So bemühte man sich zuerst die Farbe zu ändern, dann vielleicht die Härte und das Eigengewicht. Man färbte schon nach diesen alten Vorschriften Kupfer mit Arsenverbindungen weiß und mit Galmei (Zinkkarbonat) gelb und erhielt eine weiße Kupferarsenlegierung und gelbes Messing. Wahrscheinlich verführten die mangelhaften analytischen Kenntnisse zu dem Glauben, daß das gefärbte Kupfer auf dem Wege sei, sich in Silber oder in Gold zu verwandeln. Der einmal erwachte Gedanke gewann infolge der unermeßlichen Hoffnungen, die sich an ihn knüpften, eine verführerische Gewalt. Wohl lernte man bald einsehen, daß Messing kein Gold und die Verwandlungskunst schwer und mühselig sei, aber man zweifelte nicht am Gelingen, und mit der Zeit wurde es zu einem Glaubenssatz, daß „die Alten“, die Alexandriner und Araber, das Geheimnis der Umwandlung gekannt hätten. In dieser Überzeugung lebten die Alchemisten, denen selbst die Lösung des Problems nicht glücken wollte, während kühnere und geschicktere Meister sich einbildeten, das Wunder des Goldmachens vollbracht zu haben, und bei ihren Zeitgenossen Glauben fanden. Die Macht der Alchemie wurde erst gebrochen, als man auf Grund tatsächlicher Kenntnisse von den verschiedenen Stoffarten und von deren Beständigkeit und innerem Aufbau die Unmöglichkeit, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, an den Tag legte.

Schon die ersten in alchimistischem Geist verfaßten Schriften legten, gleich allen nachfolgenden, der Kunst der Metallverwandlung ein hohes Alter und einen edlen Ursprung bei, um dadurch ihren Wert zu erhöhen und Vertrauen zu wecken. Die kühnste Behauptung in dieser Beziehung haben wir bei Zosimos kennen gelernt. Die Alexandriner wußten jedoch noch mehr vom Ursprung ihrer Wissenschaft. Sie bezeichnen übereinstimmend Hermes Trismegistos als den Vater ihrer Lehre. Er soll zwischen 20 000 und 36 000 Bände wissenschaftlicher Schriften verfaßt haben. Wer war nun dieser Hermes der Alchemie? Eine Frage, die das Mittelalter stark beschäftigt hat und auf die die auseinandergehendsten Antworten gegeben worden sind. Ganz originell ist die Annahme, daß er niemand anderes gewesen sei als Adam. Nun, einen älteren Alchemisten kann es ja nicht gegeben haben. Eigentümlich ist es auch, daß die Angaben über Hermes Trismegistos desto dürftiger werden, je ältere Quellen man aufsucht. Im vierten Jahrhundert finden wir seinen Namen in Verbindung mit der heiligen Kunst. Im sechsten Jahrhundert spricht man schon von einer ganzen Reihe seiner Schriften. Im dreizehnten Jahrhundert weiß man, daß Alexander der Große das Grab des Hermes in Ägypten geöffnet und darin eine kurze, rätselhafte, in eine Smaragdplatte eingegrabene Schrift gefunden habe. Diese „tabula smaragdina“ wurde, besonders vom sechzehnten Jahrhundert an,

sehr berühmt, und im siebzehnten Jahrhundert gibt es eine phönizische Handschrift darüber. Die Legende von Hermes ist typisch für die Art und Weise, wie im Mittelalter mit Kommentieren und Erklären alte Angaben bis zur Unkenntlichkeit entstellt worden sind. Hermes ist zweifellos als eine Personifikation des altägyptischen Gottes Tot zu betrachten, des Gottes der Klugheit, der für die Griechen viel Gemeinsames mit dem Gotte Hermes bot. Wie dem auch sei, Hermes Trismegistos, der Dreimal Große, spielt eine wichtige Rolle in der Alchemie, die nach ihm die hermetische Kunst benannt wurde. Im Worte „hermetisch" lebt er ja übrigens bis auf den heutigen Tag.

Wir können uns bei den Versuchen der Alchemisten, ein höheres Interesse Moses, Miriams, Cleopatras, des Apostels Johannes und anderer an der heiligen Kunst nachzuweisen, nicht aufhalten, werden aber im folgenden sehen, wie ihr Wunsch, durch das hohe Alter ihrer Lehre und durch große Namen sich Geltung zu verschaffen, den Anlaß zu umfangreichen literarischen Fälschungen gegeben hat. Die alchemistische Literatur, wie sie während des Mittelalters hervortritt, wimmelt von untergeschobenen Schriften, die selbstverständlich große Unsicherheit erzeugen und die Untersuchung über den Ursprung der hermetischen Lehren über ihr Alter und ihre Verbreitung sehr erschweren.

Einer der ältesten hermetischen Schriftsteller ist der Pseudo-Demokrit. Dieser Alexandriner hat im vierten Jahrhundert oder früher gelebt. In späterer Zeit wurde geglaubt, daß Memokritos von Abdera dessen Schriften verfaßt hätte, die vielleicht älter sind als der Leydener Papyrus, aber nur aus Handschriften jüngeren Datums bekannt sind. Ihr Inhalt ist ungleich und zum großen Teile unverständlich. Sie beginnen mit einer Vorschrift für Purpurfärbung und gehen dann unmittelbar dazu über, die tiefen Worte wiederzugeben, in die der Autor die Weisheit seines Lehrers zusammengefaßt hat: Die Natur freut sich über die Natur; die Natur überwindet die Natur; die Natur beherrscht die Natur.

Dieser unergründliche Satz kommt in der ganzen nachfolgenden alchemistischen Literatur beständig wieder, als ein geheimnisvoller Spruch von wirksamer Kraft. Der Pseudo-Demokrit und seine nächsten Nachfolger zeichnen sich durch eine ganz besonders dunkle Nomenklatur und unausführbare praktische Anweisungen aus. Darin werden sie womöglich noch von späteren Alchemisten übertroffen, deren Nomenklatur zwar verdolmetscht werden kann, deren Vorschriften aber immer ungereimter werden. Infolgedessen kann man sich vorläufig kein Bild davon machen, wie die Hermetiker, die älteren und neueren, dachten Gold machen zu können, während man eine ziemlich klare Vorstellung von den Meinungen der Astrologen über den Einfluß der Gestirne auf das Schicksal der Menschen hat.

Da man schon von Anfang an das Goldmachen als eine geheime und heilige Kunst betrachtete, in die man nur wenige Auserwählte einweihen durfte, so befleißigte man sich natürlich einer dunklen Schreibweise. In diesem Zusammenhang mag folgendes aus einer griechischen Schrift: „Der Göttin Isis Sendschreiben an ihren Sohn Horus" mitgeteilt werden. Der Engel Amnaël bewirbt sich um die Gunst der Göttin und verspricht, ihr dafür die göttliche Kunst mitzuteilen. Unter einer Beschwörung legt er ihr Verschwiegenheit auf: „Ich beschwöre dich bei Himmel und Erde, bei Licht und Finsternis, bei Feuer, Wasser, Luft und Erde; ich beschwöre dich bei des Himmels Höhen, bei der Erde Tiefen und bei des Tartarus Abgrund; ich beschwöre dich bei Mercurius und Anubis, bei des Drachen Kerkuroboros Gebell, bei dem dreiköpfigen Kerberos, dem

Wächter der Hölle, bei dem Botführer des Acheron; ich beschwöre dich bei den drei Parzen, bei den Furien und bei dem Schwerte, niemand ein einziges von diesen Worten zu verraten, außer deinem edlen und geliebten Sohne." Das große Geheimnis ist einfach genug im Vergleich zu dieser so kräftigen Beschwörung. Die Göttin hat ihrem Sohn zu sagen, daß ein bestimmtes Ding nur dasselbe Ding erzeugt. Ein Mensch zeugt einen Menschen, und willst du Gold machen, so mußt du vom Golde ausgehen.

Andere griechische Alchemisten aus den ersten Jahrhunderten n. Chr., die man besser kennt als den Pseudo-Demokrit, sind Synesios, sein Kommentator, der später christlicher Bischof in Ptolemais war, Zosimos von Panopolis, Stephanos von Alexandria und Olympiodoros. Sie halten alle die Verwandlung von Kupfer, Zinn, Blei und Silber in Gold für möglich, behaupten aber nicht, daß sie selbst die Verwandlung ausgeführt haben. In der Hauptsache scheinen sie die Verwandlung als einen Färbeprozeß betrachtet zu haben, daher auch die Bezeichnung „Tinktur" für den „Stein der Weisen", das unentbehrliche Hilfsmittel für die Metallverwandlung in späteren Zeiten. Olympiodoros gehört zu den ersten Alchemisten, die die uralten Zeichen der sieben Planeten für die sieben bestbekannten Metalle anwandten. In veränderter Form sind diese Zeichen noch im 19. Jahrhundert in der chemischen Literatur zu finden.

Von Ägypten aus verbreitete sich die hellenistische Kultur mitsamt der Alchemie und den chemisch-technischen Kenntnissen über Syrien und Mesopotamien, den Verbindungswegen folgend, die Alexanders des Großen Eroberungen eröffnet hatten. So entwickelte sich nach und nach eine syrische Schriftsprache; es entstanden gelehrte Akademien, in denen man sich mit verschiedenen wissenschaftlichen Zweigen beschäftigte, griechische Schriften übersetzte, namentlich die der Hellenisten und ihrer Lehrmeister, allen voran die des Aristoteles. Zu Ende des 5. Jahrhunderts wurden die syrischen Gelehrten als Nestorianer von ihren Akademien, die zerstört wurden, vertrieben. Sie flüchteten nach Persien, und als dieses Land ebenso wie Syrien von den Arabern erobert wurde, da fanden die Schüler der nestorianischen Gelehrten eine Zuflucht bei den duldsamen und kulturliebenden ersten Kalifen. Vom 7. bis zum 10. Jahrhundert wurden in Bagdad arabische Übersetzungen der alten syrischen Handschriften gesammelt, späterhin auch direkte Übersetzungen griechischer Texte, und so machten sich die Araber die Wissenschaft des Hellenismus und damit dessen Alchemie zueigen. Vor ihren Eroberungszügen waren sie ein Barbarenvolk, und ihr Glaube untersagte ihnen jede Forschung. Sie zeigten jedoch ein starkes Interesse an der Kultur der von ihnen besiegten Völker und eine große Empfänglichkeit für dieselbe, eigneten sie sich bald an und verbreiteten sie überallhin, wo sie herrschten. Von besonderer Bedeutung für die spätere Forschung waren die arabischen Akademien in Spanien — Cordova u. a. —; dorthin pilgerten die Westländer, um philosophische, medizinische, sowie astrologische und alchemistische Kenntnisse zu erwerben. Hier lernten sie alte und neuere griechische Schriftsteller kennen und hier vollzog sich die Übertragung dieses Schrifttums aus dem Arabischen in das Lateinische.

Die arabischen Alchemisten waren zumeist Ärzte. Sie besaßen bedeutende praktisch-chemische Kenntnisse. In ihren theoretischen Ansichten folgten sie ihren griechischen Lehrern. Eine zum Teil neue Lehre von den Elementen, die man dem arabischen Arzte Dschafar, lateinisch Geber, zuzuschreiben pflegte, hat sich neuerlich als eine Schöpfung einer viel späteren Zeit (Schluß

des 14. Jahrhunderts) herausgestellt. Die Schriften des lateinischen Pseudo-Geber sind keine Übersetzungen der Werke des Arabers Dschafar, die von weit geringerer Bedeutung sind. Hervorgehoben zu werden verdient, daß einer von den meist erwähnten arabischen Gelehrten, der Arzt Avicenna, die Möglichkeit der Metallverwandlung bestritt.

Auf verschiedenen Wegen ist die Alchemie nach dem Westen vorgedrungen. Wir haben die Bedeutung des arabischen Einflusses bereits betont. Im 13. Jahrhundert finden wir in Frankreich, Deutschland, England, Italien und Spanien eine ganze Schar von Leuten, fast lauter Priester oder Mönche, Träger großer Namen in der Kulturgeschichte, die eine auf die aristotelische Lehre von den Elementen gegründete Auffassung der Materie und die heilige Kunst der alexandrinischen Philosophen vertreten und sich mit Alchemie beschäftigen. In jener Zeit spielte der wahrscheinlich auch schon früher erwähnte „Stein der Weisen", lapis philosophorum (die Alchemisten nannten sich mit Vorliebe Philosophen), eine große Rolle in der Metallverwandlung. Dieses sagenhafte Etwas erhielt nach und nach eine Menge verschiedene Namen und die wunderbarsten Eigenschaften. Das große Elixier, die rote Tinktur, das große Magisterium, Universale, Fermentum, die fünfte Essenz sind einige Namen des Steines der Weisen in seiner vollen Kraft, und wenn er außerdem das Leben verlängern konnte, was mitunter sich ereignet haben sollte, wurde er auch die große Panacee genannt. Es gab auch ein kleineres Elixier, die weiße Tinktur, die unedle Metalle in Silber verwandeln konnte, sie wurde aber mit viel geringerem Eifer gesucht und besprochen als die erste.

Der golderzeugende Stein sollte rot von Ansehen und durchscheinend sein, biegsam und doch leicht zerbrechlich, als Pulver dem Safran gleichend, schwer und schimmernd. Zuweilen wird er auch als pfirsichblütenartig oder grau beschrieben. In seiner Darstellung wurden im Laufe der Zeiten von den Alchemisten alle erdenklichen Stoffe verwandt; Metalle und Salze, Steinkohle, Meteorsteine, Tau und Jungfrauenmilch. Wirft man ein wenig vom Stein der Weisen auf geschmolzenes Metall oder auf Quecksilber, so verwandelt sich dies sofort oder allmählich nach längerem Erhitzen in Gold. Man erhielt mehr oder minder goldreiche Legierungen oder Amalgame. Je bessere Tinktur man herzustellen das Glück hatte, desto weniger brauchte man davon für die gleiche Menge Gold. Der Glaube, daß ein wenig vom Stein der Weisen sehr viel Gold erzeugen könne, hängt deutlich mit dem alten Glauben zusammen, daß die Metallverwandlung nur in einer Färbung bestünde. Kann man doch mit wenig Farbe eine große Stoffmenge färben.

Es war höchst bedeutungsvoll für das Ansehen der Alchemie während des Mittelalters, daß Männer wie Albertus Magnus, Roger Bacon, Arnaldus Villanovus und (Pseudo-) Raymundus Lullus die Metallverwandlung für eine Tatsache hielten und von sich selber behaupten, daß sie sie ausgeführt hätten.

Der Dominikanermönch und Bischof Albert von Bollstadt wirkte unter anderem in Cöln und war berühmt als Gelehrter und als ein Mann von edler Gesinnung. In seinen und seiner Zeitgenossen Schriften finden wir in gewissem Maße neue Lehre von den Elementen. Neben oder anstatt der aristotelischen vier Elemente werden neue Grundstoffe aufgestellt. Albertus Magnus betrachtete die Metalle — eigentlich die einzigen Körper, die der Chemie des Mittelalters von Interesse waren — als aus Arsenik, Schwefel und Wasser bestehend,

doch sagt er, daß der Schwefel des Philosophen nicht der gewöhnliche, gemeine Schwefel sei. Er behauptet auch, daß von allen Metallen das Silber am leichtesten in Gold umgewandelt werde, man brauchte nur seine Farbe und sein Gewicht zu verändern. Albertus scheint jedoch das alchemistische Gold nicht für ganz dasselbe gehalten zu haben wie das natürliche Gold. Sein berühmter Schüler Thomas von Aquino war ebenfalls ein überzeugter Anhänger des Glaubens an die Goldmacherkunst.

Der englische Gelehrte und Theologe Roger Bacon war in vieler Beziehung ein weitblickender Mann mit neuen Ideen, aber er lebte in der unerschütterlichen Überzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung. Man könnte keinen Baum machen, meint er, weil er aus so verschiedenen Grundstoffen bestünde, aber mit den Metallen, die ziemlich gleichförmig seien, wäre es anders. Nach der verbreitetsten Ansicht seiner Zeit hielt er die Metalle für Zusammensetzungen aus Schwefel und Quecksilber nach verschiedenen Verhältnissen. Einem Gewichtsteil vom Stein der Weisen schreibt er die Fähigkeit zu, eine Million Gewichtsteile unedlen Metalls in Gold zu verwandeln.

Arnaldus Villanovus, in Barcelona wirkend, wurde zu seiner Zeit als der bedeutendste Arzt der Welt angesehen. Er glaubte, daß die Tinktur, deren Bereitung er in einer ganz unverständlichen Bildersprache schildert, nur ihr 100faches Gewicht in Gold verwandeln könnte. Erstaunlich kühn war Raymundus Lullus in seinen Behauptungen und vielleicht gerade darum unter den Alchemisten so berühmt als derjenige, der ihre schwersten Aufgaben mit Leichtigkeit gelöst hätte. Lullus ist Schüler des Arnaldus, den er nachahmt und in mystischen Redeweisen und in unverständlichen Angaben über das Verfahren des Goldmachens und der Herstellung des Steins der Weisen noch übertrifft. Man zweifelt jetzt, daß die alchemistischen Schriften, die den Namen Raymundus Lullus tragen, wirklich den berühmten Spanier zum Verfasser haben, der auf Mallorca geboren, eine stürmisch bewegte Jugend am Fürstenhofe von Aragonien verlebte, später allen Freuden entsagte, um sich den Wissenschaften zu widmen, und in seinem Alter die nordafrikanischen Mauren zu bekehren suchte, die ihn schließlich zu Tode steinigten. Vermutlich hat man es mit untergeschobenen, aus einer verwegenen und phantastischen Feder geflossenen Arbeiten zu tun.

Der Pseudo-Lullus schreibt über den Stein der Weisen:

„Nimm von dieser köstlichen Medizin ein Stückchen, so groß als eine Bohne. Wirf es auf tausend Unzen Quecksilber, so wird dieses in ein rotes Pulver verwandelt werden. Davon wieder eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber geworfen, so wird alles zu Medizin. Derselben eine Unze wirf auf tausend Unzen neues Quecksilber, so wird es ebenfalls zur Medizin. Von dieser letzteren Medizin wirf nochmals eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber, so wird es ganz in Gold verwandelt, welches besser ist als Gold aus den Bergwerken."

Ein andermal ruft er aus: „Das Meer wollte ich in Gold verwandeln, wenn es von Quecksilber wäre!" Mit diesen wahnwitzigen Übertreibungen war man weit von den hellenistischen und arabischen, verhältnismäßig bescheidenen Versuchen, die Farbe und das Gewicht der Metalle zu ändern, abgekommen. Aber gerade dieses phantastische Dunkel, dieses Gewaltige und Wunderbare entsprach dem Geiste des Mittelalters. Die geheimnisvolle Bildersprache der Alchemisten, ihr vorsichtiges Auftreten, wie auch ihre mit seltsamen Geräten er-

füllten Laboratorien trugen dazu bei, daß allgemein an ihre Macht geglaubt wurde.

Zu Beginn des 14. Jahrhunderts werden wahrscheinlich die Schriften erschienen sein, die eine Zusammenfassung und Erweiterung der alchemistischen Anschauungen des 13. Jahrhunderts brachten, zugleich aber auch manche gute Vorschriften zur Darstellung verschiedener Stoffe, Beschreibungen von Apparaten, Anweisungen für deren Gebrauch, und Angaben von chemischen Verfahren enthalten. Diese Schriften („Summa perfectionis" u. a. m.) wurden für Übersetzungen von Arbeiten des Arabers Dschafar ausgegeben. Der ausgeprägte Autoritätenglaube des Mittelalters, besonders wo es sich um Autoritäten aus alten Zeiten handelte, verführte zu derartigen Fälschungen. Wir finden solche immer und immer wieder in jener Periode. Die „Summa" ist eine zusammenhängende Darstellung der oben erwähnten Theorie über die chemische Zusammensetzung der Metalle, die den einzigen Beitrag des Mittelalters zur Lösung der Frage von den Materienarten bildet. Nach Pseudo-Geber bestehen alle Metalle aus Quecksilber und Schwefel in verschiedenen Verhältnissen und von verschiedener Reinheit. Das Quecksilber ist das metallische Prinzip, das Glanz und Dehnbarkeit gibt; der Schwefel ist das brennbare Prinzip, das die Zerlegung ermöglicht und von dem die Farbe der Metalle abhängt. Häufig werden diese beiden auch als der männliche und der weibliche Samen der Metalle bezeichnet. Hier und da drücken die betreffenden Schriften, die vielleicht nur Sammelwerke sind, die Ansicht aus, daß das Quecksilber und der Schwefel der Metalle, das philosophische Quecksilber und der philosophische Schwefel, etwas anderes sind als die natürlichen Stoffe desselben Namens, die ihrerseits auch aus Mercurius und Sulphur bestehen. Diese Ansicht wurde später gang und gebe. Gold sollte hauptsächlich Mercurius und nur sehr wenig Schwefel, aber beide von größter Reinheit und gut „fixiert" enthalten. Die „Fixierung" ist ein dunkler Begriff, dem möglicherweise die Tatsache zugrunde liegt, daß das Quecksilber bei den Versuchen zur Metallverwandlung erhärtete (nämlich durch Amalgambildung). Sieht man die Metalle als zusammengesetzte Körper an, so ist die Metallverwandlung theoretisch möglich, wie es auch Geber behauptet. Die zu lösende Aufgabe war, das philosophische Quecksilber zu reinigen, zu „fixieren" und anzureichern, was mit Hilfe des Steins der Weisen zu erreichen war. Geber bleibt, trotz seiner neuen Lehre von der Zusammensetzung der Metalle, wie das ganze Mittelalter, bei den vier Elementen: Luft, Erde, Feuer und Wasser, und hält sie für die Bausteine aller Stoffe und auf eine gewisse besondere Art, auch der Metalle.

(Schluß folgt)

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré

Von Dr. Wilhelm Ebert

(Fortsetzung statt Schluß)

7. J. G. H. Darwins Anschauungen

Diese Arbeiten bilden den Gegenstand einer Reihe von Veröffentlichungen in den Philosophical Transactions und in den Proceedings of the Royal Society 1879 bis 1882. Sie sind in G. H. Darwins „Scientific Papers" vereinigt und bilden den 2. Band unter dem Titel: „Tidal friction and Cosmogony (Cambridge 1908). Siehe auch C. Wolf, Les hypothèses Cosmogoniques Chap. VI Seite 75. Wenn der Mond L einen Flutberg auf der Erde hervorbringt, so tritt die Flut erst

nach dem Meridiandurchgang des Mondes an dem betreffenden Orte ein, d. h. der Flutberg bleibt in Folge der Reibung zurück (siehe Figur 1). Es sei T der Mittelpunkt der festen kugelförmigen Erde, die vom schraffierten Wasser umgeben ist; C und C', B und B' seien Punkte der Erdoberfläche, die augenblicklich respektive unter den Fluten und Ebben liegen. X und Y seien Koordinaten unveränderlicher Richtung, die durch T als Ursprung gelegt sind. Die Linie $C'TC$ sollte eigentlich durch L gehen, aber wegen der Reibung an der Erdoberfläche bleibt der Flutberg um einen bestimmten im allgemeinen unveränderlichen Winkel ATL zurück. Der ganze feste Winkel ATL dreht sich mit der durch den Pfeil in D dargestellten Winkelgeschwindigkeit des Mondes, während sich die Erde mit ihrer durch den Pfeil in B dargestellten Rotationsgeschwindigkeit dreht.

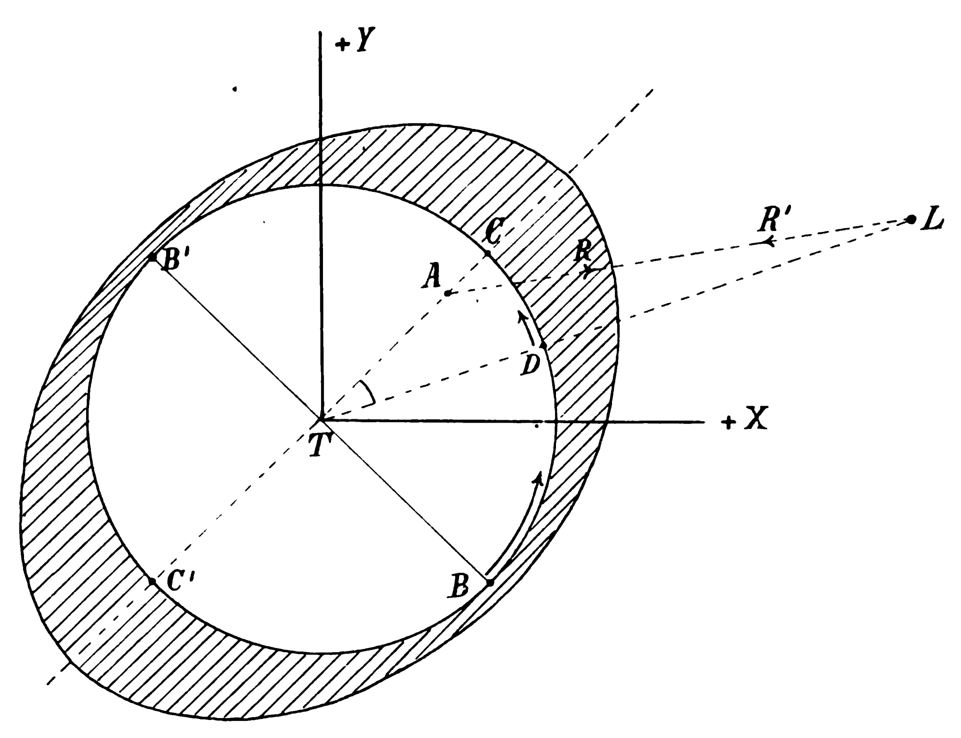


Fig. 1. Die durch den Mond (L) im Wassermantel der Erde hervorgerufenen Gezeiten und ihre Verspätung durch die Reibung

Hieraus ergibt sich, daß bei der Drehung der Erde die einzelnen Punkte derselben zuerst unter dem Monde und dann unter dem Flutberge vorbeikommen (die Verspätung der Flut). Also fällt die Achse des Gezeitenellipsoides nicht ganz zusammen mit der Verbindungslinie des Mittelpunktes der Erde und des als punktförmig vorausgesetzten Mondes. Folglich geht die Resultante der Mondanziehung auf die Teilchen der Erde nicht durch das Gravitationszentrum T derselben, sondern durch einen gewissen Punkt A. Diese Resultierende AL hat also ein Moment bezüglich T und sucht die Drehbewegung der Erde zu verlangsamen. Andererseits ist auch die Anziehung der Erde auf den Mond keine Zentralkraft mehr, sondern sie hat einen kleinen tangentiellen Bestandteil, welcher im Sinne der Bewegung des Mondes wirkt (demnach umgekehrt wie ein widerstehendes Mittel). Es wird also eine Vermehrung der großen Halbachse der Mondbahn eintreten. Mit anderen Worten wird die Dauer des Monats und die Dauer des Tages länger

werden. Man muß mit G. H. Darwin annehmen, daß die Erde in ihren früheren Zuständen flüssig und dickflüssig war. Sie erlitt damals Gezeiten in ihrer ganzen Masse (bodely tides), und die Reibungen waren bei denselben viel stärker als bei den jetzigen Wassergezeiten. Er behandelt dann zunächst den Fall, daß die Mondbahn kreisförmig ist und in der Ebene des Erdäquators liegt. Er zeigt, daß dies dann immer so bleiben wird. Er rechnet dann mit Benutzung der erhaltenen Formeln. Im Anfangszustand war der Tag gleich dem Monat und beide dauerten $5^h\ 36^m$. Der Abstand des Erdmittelpunktes vom Monde betrug 2,5 Erdhalbmesser. Beide wuchsen später, die Dauer des Monats schneller als die des Tages, und gleichzeitig entfernte sich der Mond von der Erde.

Wenn der Endzustand erreicht sein wird, wird der Tag wieder gleich dem Monat sein, und die Dauer beider wird 55 Tage betragen. Nun bringt aber auch die Sonne auf der Erde Fluten hervor, die ihre Drehung verlangsamen. Der Tag und der Monat werden langsam wachsen, und die Erde kann schließlich ihren Begleiter verlieren. Also ist nach Darwin der Mond ganz nahe an der Erde entstanden und seine Bahn hat sich allmählig erweitert. Das steht also in vollem Gegensatz zu Faye, bei welchen sich der Mond sehr weit von der Erde gebildet hat, und bei dem sich seine Bahn mit fortschreitender Kondensation verengerte.

Das Trägheitsmoment der Erde wird in Folge der Zusammenziehung kleiner, aber das verändert den Gang der Erscheinung nicht wesentlich.

Das System Mond-Erde ist seinem Endzustand verhältnismäßig nahe. Die Monde der anderen Planeten sind ihrem Anfangszustand viel näher als ihrem Endzustand. Weil ihre Massen im Verhältnis zu den Planeten sehr klein sind, sind die Gezeiten gering und haben noch nicht Zeit gehabt eine große Wirkung auszuüben. Für das Sonnensystem sind die Massen der Planeten sehr klein, aber die Abstände von der Sonne sind im Verhältnis zu deren Durchmesser sehr groß. Man könnte glauben, daß dieses System also nahe seinem Endzustand ist. Aber die Gezeiten auf den Planeten sind viel stärker, und bevor sich eine merkliche Verlangsamung der Sonnenrotation ergeben hätte, müßten sämtliche Planeten längst der Sonne dieselbe Seite zukehren, was nicht der Fall ist.

Um nun den allgemeinen Fall, nämlich wenn die Bahnexentrizität und Neigung der Mondbahn nicht null sind, zu behandeln und somit in die eigentlichen Untersuchungen Darwins einzutreten, beginnt Poincaré mit einer kurzen Erinnerung an die statische Theorie der Ebbe und Flut. In dieser wird die Trägheit des Wassers des Meeres vernachlässigt. Wie weit ist dies berechtigt? Die Trägheit, die der Beschleunigung proportional ist, spielt eine Rolle in den Gezeiten kurzer Periode; im Gegenteil für die Gezeiten langer Periode läßt sich die Wirkung der Beschleunigung, d. h. die Trägheit, vernachlässigen. Aber was soll man unter einer „kurzen“ oder „langen“ Periode verstehen? Die Periode der Gezeiten kann als lang bezeichnet werden, wenn sie gegenüber der Periode der Eigenschwingung des Meeres sehr beträchtlich ist. Wenn also die Periode der Eigenschwingung sehr kurz ist, können sogar die halbtägigen Gezeiten als von langer Periode betrachtet werden, und die statische Theorie läßt sich anwenden.

Wenn wir mit G. H. Darwin die Erde an den zurückliegenden Epochen betrachten, wo sie ganz flüssig war, so war ihre Eigenschwingungsperiode im Verhältnis zu einem halben Tage sehr klein. Man kann sich also in diesem Falle mit der statischen Theorie begnügen. Im Gegenteil würde die Trägheit eine große Rolle spielen und die statische Theorie ganz ungenügend werden,

wenn man die Bewegung der gegenwärtigen Ozeane untersuchen wollte, deren Eigenschwingungsperiode von der Ordnung eines halben Tages ist. Aber wenn wir in der Berechnung der Wirkung der Mondfluten auf die Erde die Trägheit vernachlässigen können, so müssen wir umgekehrt die Reibung berücksichtigen, deren Wirkungen wir gerade studieren wollen.

Die Reibung hat zwei Wirkungen:

1. Sie verkleinert die Amplitude der Geze ten
2. Bringt sie für die Flut einen Phasenrückstand hervor.

Wenn das Gestirn, auf dem die Gezeiten erzeugt werden, fest und vollständig elastisch ist, hätten wir eine Verminderung der Amplitude (Schwingungsweite), aber keinen Phasenrückstand. Pech würde sich als Substanz von geringer Zähflüssigkeit (Viskosität) erweisen, und es ist nicht wahrscheinlich, daß die Erde, als sie noch flüssig war, eine größere Zähflüssigkeit als das Pech hatte. Dann wird ζ, (la dénivellation statique), d. h. die senkrechte Abweichung von der statischen Theorie, berechnet. Man findet: 1. langperiodische Glieder, 2. die halbtätigen, 3. die täglichen.

Ferner untersucht Darwin die Einwirkung der so deformierten Erde auf einen äußeren Körper. Diese Rechnung läßt sich auch anwenden bei der Einwirkung der flüssigen Aufbauchung, welche in den irdischen Ozeanen durch die Sonnenflut erzeugt wird, auf die Mondbahn. Hierbei ist der Mond bald störendes, bald gestörtes Gestirn. So nennt Darwin den Mond Diana, wenn er stört, und luna, wenn er gestört wird. Er stellt fest, daß die Sonnenflut keinen langperiodischen Einfluß auf die Mondbahn bedingt. Indem er dann wieder das allgemeine Problem ins Auge faßt, findet er in erster Annäherung dieselben Werte wie früher. Er stellt dann die Bedingungen auf, wann die Exzentrizität der Mondbahn zunimmt und wann sie abnimmt.

Die Exzentrizität der Mondbahn brauchte nicht anfänglich null zu sein. Hingegen konnte die Gezeitenreibung nach Darwin eine Exzentrizität erzeugen, die ursprünglich nicht existierte. Aber auch eine Neigung, die ursprünglich nicht vorhanden war, kann durch Gezeitenreibung entstehen. Darwin gibt dann bis zu 56 810 000 Jahren vor unserer Zeitrechnung an: die Dauer des Tages und die Dauer des Monats in gegenwärtigen mittleren Sonnentagen, die Neigung der Mondbahn, die (reciproke) Abplattung der Erde, die Entfernung Erde-Mond in gegenwärtigen Erdhalbmessern und die bei diesem Vorgange freigewordene Wärme in Fahrenheitgraden. Er gibt ferner: $\frac{\xi}{n}$, wo n die jeweilige Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation, und $\xi = \Omega^{-\frac{1}{3}}$, wo Ω die Winkelgeschwindigkeit des Mondumlaufs um die Erde ist. Er weist darauf hin, daß man die bei diesem Vorgange entwickelte Wärme als Urquell der Erdwärme betrachten könne.

G. H. Darwin hat auch versucht, einen Wert des unbekannten Reibungscoefficienten der Erde zu berechnen, indem er von der Säkularbeschleunigung der Mondbewegung ausgeht. Finsternisbeobachtungen des Altertums haben ermöglicht, diese Beschleunigung zu 10″ in 100 Jahren zu bestimmen. Aber die Rechnung zeigt nur eine theoretische Beschleunigung von 6″; es würden also 4″ fehlen. Poincaré glaubt, daß man durch Ausschaltung unklarer und kein Vertrauen erweckender alter Texte eine bessere Übereinstimmung erzielen könnte. G. H. Darwin versucht, wie einst Delaunay diese Differenz durch eine Zunahme des Sterntages, bedingt durch die Gezeitenreibung, zu erklären. Indem sich der Mond von der Erde entfernt, erleidet er in Wirklichkeit eine Verspätung, und

seine scheinbare Beschleunigung wäre bedingt durch den Unterschied zwischen der wirklichen Verspätung der Erdrotation und der wirklichen Verspätung des Mondumlaufs, wobei die erste größer ist als die zweite. Indem er 4″ gleich der Differenz dieser beiden Verspätungen setzt, hat er einen Wert für den Reibungscoefficienten im Erdinnern berechnet. Unter Annahme dieses Wertes würde man für die Entwickelung des Systems Mond-Erde mehrere Milliarden Jahre finden; man muß aber bemerken, daß die Erde früher viel flüssiger als jetzt sein konnte. Er schließt dann weiter, daß die Sonnenflut nur einen zu vernachlässigenden Einfluß auf den mittleren Abstand Sonne-Erde hatte.

G. H. Darwin, kommt dann auf die alte Laplace'sche Anschauung zurück, nach welcher der Erdmond durch die Mondgezeiten in Folge der Erdanziehung seine Achsendrehung verloren hat und nun immer der Erde dieselbe Seite zukehrt. Er schließt, daß die verlangsamende Kraft der Erde auf den Mond zu Anfang ungefähr 32 000 mal größer war als die Bremswirkung der Erde auf den Mond. Diese Kraft dürfte sehr wohl hingereicht haben, um die Eigendrehung des Mondes zu zerstören.

Die Sonnenfluten, welche durch die Planeten erzeugt werden, lassen sich vollständig vernachlässigen. Aber die Fluten, die die Sonne auf Merkur und Venus erzeugt, sind sehr bedeutend. Darwin berechnet sie unter der Annahme, daß sie beide eine Achsendrehung von 24 Stunden Zeitdauer haben. Die Wirkungen sind sehr bedeutend, was denjenigen Recht geben würde, die glauben, daß diese beiden Planeten der Sonne immer dieselbe Seite zukehren. Andererseits haben Uranus und Neptun nur sehr geringe Sonnenfluten erlitten und daher ihre ursprüngliche rückläufige Rotation beibehalten. Der Autor prüft dann den Einfluß der Erdabkühlung, der beschleunigend auf die Erddrehung wirkt. Die hierdurch hervorgerufene Vergrößerung der Rotationsgeschwindigkeit der Erde würde einer oberen Grenze zustreben. Wenn sich ein Planet aus einem Laplaceschen Ringe bildet, dreht er sich zunächst rückläufig um seine Achse. Unter Umständen kann dann die beschleunigende Abkühlung das Übergewicht bekommen, und er dreht sich noch stärker im falschen Sinn. Dies dürfte der Fall für Uranus und Neptun gewesen sein.

Unter anderen Verhältnissen ist es möglich, daß die Drehung einem starken rechtläufigen Grenzwerte zustrebt, was die sehr starke direkte Rotation von Jupiter und Saturn erklären dürfte. Für die der Sonne näheren Planeten Erde und Mars wird die Rotation rechtläufig, aber kleiner.

Lord Kelvin glaubt, daß die Säkular-Variation des Tages, welche aus der Abkühlung entspringt, $^{1}/_{30}$ Sekunde beträgt; demnach würde die Reibung der inneren Flut das Übergewicht über die Abkühlung bekommen und die gegenwärtige Achsendrehung der Erde im Abnehmen sein. Schließlich kann die Rotation der Erde noch durch den Meteoritenfall beeinflußt werden. Sie vermehren ihr Trägheitsmoment und verlangsamen ihre Drehung.

Man hat gesagt, daß zu einer Säkularbeschleunigung von 4″ des Mondes eine Zunahme des Erdradius um 1 m in 10000 Jahren genügt, was aber sicher viel zu groß ist.

Poincaré spricht dann noch kurz über die Entstehung des Mondes nach Darwin. Entweder stellt man sich die Entstehung des Mondes nach Laplace aus einem Nebelring der Erde vor. Oder man kann sich auch nach einem Vorschlag von G. H. Darwin vorstellen, daß die noch flüssige Erde eine Sonnenflut erlitt. Schließlich wurde die eigene Schwingungsperiode der Erde gleich der

Periode der Sonnenflut. Dann wuchsen die Gezeiten sehr an in Folge der Resonanz. Die Anschwellung wurde sehr groß und ein Teil der Erdmasse sonderte sich ab, um den Mond zu bilden.

Aber eine andere Hypothese, die wir jetzt prüfen wollen, ist noch möglich. Wenn eine homogene Flüssigkeit, die nur der gegenseitigen Anziehung ihrer Teilchen unterworfen ist, sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit um eine Achse dreht, können entstehen: 1) Abgeplattete Rotationsellipsoide (Ellipsoide von Mac Laurin), 2) Ellipsoide mit drei ungleichen Achsen (Jacobische Ellipsoide). Aber es existiert noch eine unendliche Zahl anderer solcher Gleichgewichtsfiguren[1]), die zum Teil sehr merkwürdige Formen haben.

Poincaré gibt einen kurzen Abriß hierüber und stellt sehr interessante Betrachtungen über die Stabilität dieser Gleichgewichtsfiguren an. Nach diesen Vorbereitungen betrachtet er ein homogenes Rotationsellipsoid, dessen sämtliche Teile dieselbe Drehungsgeschwindigkeit haben. Wenn die Abkühlung langsam vor sich geht, wird das auch später der Fall sein. Anfangs war die Dichte sehr gering und das Ellipsoid unterschied sich nur wenig von einer Kugel. Die Abkühlung vermehrt zunächst die Abplattung, aber die Gestalt bleibt ein Rotationsellipsoid. Schließlich aber bildet sich ein dreiachsiges Ellipsoid aus und dann kann die Masse die ellipsoidische Form nicht mehr beibehalten, weil diese unstabil geworden ist. Sie wird die einzig mögliche Form annehmen, nämlich die der Form Σ in der Nähe des Ellipsoides (siehe Fig. 2). Diese Oberfläche Σ stellt eine birnenförmige Gestalt dar, welche eine Zusammenschnürung in der Region *3* zeigt, während die Regionen *2* und *4* sich auf Kosten von *1* und *3* zu bereichern suchen, als wenn sich die Masse in zwei gleiche Teile teilen wollte. Es ist schwer zu sagen, was dann vor sich geht. Man kann vermuten, daß sich die Masse in der Region *3* immer mehr aushöhlen wird und sich in zwei Körper teilen wird. Die Figur Σ ist vielleicht stabil, aber es ist nicht sicher. G. H Darwin findet, daß sie stabil sei, Liapounoff das Gegenteil. Die Frage ist sehr schwer zu entscheiden. Wenn die Figur Σ instabil ist, würde der Bruch, die Trennung in zwei ungleiche Massen plötzlich eintreten anstatt allmählig.

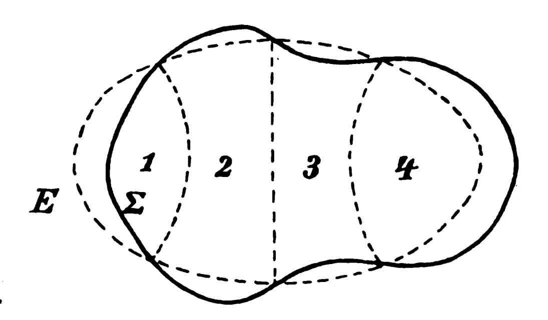


Fig. 2. Σ die Degenerationsfigur des dreiachsigen Ellipsoides E bei steigender Rotationsgeschwindigkeit

Diese Betrachtung kann unmöglich zur Erklärung der Entstehung der Planeten dienen. Aber G. H. Darwin glaubt, daß sich gewisse Monde auf diese Weise auf Kosten ihres Planeten haben bilden können, hauptsächlich für das System Erde-Mond, wo die zwei Massen vergleichbar sind[2]). Nachdem sich der Mond so von der Erde losgelöst hatte, hätte er um dieselbe eine Bahn mit sehr

---

[1]) H. Poincaré: Sur l'équilibre d'une masse fluide annimée d'un mouvement de Rotation. Acta Mathematica t. VII 1885 Seite 259 bis 380, und von demselben Autor: Figures d'équilibre d'une masse fluide. Leçons professées à la Sorbonne en 1900

[2]) Siehe die Zuschrift von G. H. Darwin an H. Poincaré; Sitzung der kgl. astronomischen Gesellschaft von London vom 9. Febr. 1900, übersetzt in E. Lebon, Savants du jour: Henri Poincaré (Paris, Gauthier Villars) 1. Ausgabe 1909 Seite 38 bis 40; 2. Ausgabe 1912 Seite 46 bis 48

kurzem Halbmesser beschrieben, aber wegen der Gezeitenreibung hätte sich dieser Radius vergrößert, wie gezeigt worden ist. Man könnte so auch die Entstehung gewisser Doppelsterne erklären, deren Komponenten Massen von derselben Größenordnung haben.

8. Lockyers Hypothese

Sir Norman Lockyer (229 bis 233) hat seine Arbeiten niedergelegt in L'Evolution inorganique (Bibliothèque scientifique internationale, Paris Alcan 1905), und in Further Researches on the temperature classification of Stars (Proceedings of the Royal Society of London 1904 vol. LXXIII 227 bis 238). Lockyer unterscheidet drei Sternklassen: Flammenspektrum (Bänderspektrum), Bogenspektrum (feine Linien), Funkenspektrum (neue Linien und gewisse Linien verstärkt). Diese Einteilung entspricht den Erscheinungen in der gewöhnlichen Flamme, im Lichtbogen, der heißer ist, und in dem noch heißerem Funken, bei welchem gewisse Linien neu erscheinen, während andere Linien sich verstärken und wieder andere verschwinden. Er setzt dann die bekannten Lockyerschen Sternklassen auseinander, die vom Nebelfleck zu immer höherer Hitze ansteigen und schließlich mit dem erkalteten Stern enden.

9. Schusters Hypothese

Demgegenüber sieht A. Schuster [S. 235 bis 237] (The Evolution of Solar Stars, Astrophysical Journal 1903 vol. XVII Seite 165 bis 200) die Ursache der Gasspektra und Metallspektra darin, daß in der ruhigen Atmosphäre der Wasserstoff emporsteigen wird (Gassterne). Wenn im Gegenteil eine fortwährende Vermischung in Folge von Strömungen besteht, steigen die Metalldämpfe empor (metallische Sterne). Schuster meint, daß die ganz kleinen Kondensationen Wasserstoff- und Heliummoleküle nicht zurückhalten können. Schließlich aber wird ihre Masse so groß, daß sie Helium und Wasserstoff zurückhalten können. Dann sind wir am höchsten Punkt der Kurve. Wenn die Kondensation noch mehr zunimmt, werden die leichten Gase durch die zentrale Masse absorbiert (wie der Wasserstoff durch eine Palladiummasse absorbiert wird), und so kommen wir zu einem metallischen Stern der absteigenden Linie.

Lockyer stellt die Sonne und Arkturus in dieselbe Gruppe, während das Spektrum des Arkturus die Wasserstofflinien nicht enthält. Da Arkturus schwerer ist als die Sonne, glaubt Schuster, daß sein zentraler Kern schneller den Wasserstoff verschluckt hat, der nunmehr in seiner Atmosphäre fehlt. Aehnlich erklärt auch Schuster die Tatsache, daß von Doppelsternen der hellere meist den Sonnentypus zeigt, der schwächere den Gastypus. Schuster führt dies darauf zurück, daß die hellere und größere Komponente den Wasserstoff schneller absorbiert als die schwächere.

10. Arrhenius' Theorie

Von der Arrhenisschen Anschauung ist in unserer Zeitschrift schon des öfteren die Rede gewesen; wir verweisen auf folgendes: „Das Weltall", Jg. 8 H. 9 S. 142, H. 23 S. 379; Jg. 10 H. 15 S. 223, H. 18 S. 274, H. 19 S. 277; Jg. 11 H. 16 S. 246, H. 23 S. 347; Jg. 13 H. 3 S. 33, H. 4 S. 49, H. 5 S. 68, H. 22 S. 317; Jg. 14 H. 2 S. 28.

(Schluß folgt)

Kleine Mitteilungen

Über die Absorption des Lichts im Weltall. Unsere Anschauungen über den Bau des Weltalls würden eine vollkommene Änderung erfahren, und die Beurteilung unserer Beobachtungen würde sehr viel schwieriger werden, wenn die Existenz eines interstellaren Mediums nachgewiesen würde. Die Aufgabe, dieser Vermutung nachzugehen, hat daher eine mehrfache Wichtigkeit. Neuerdings hat Kapteyn einen neuen Vorschlag zur Feststellung eines etwa lichtabsorbierenden Mittels gemacht, der auf den ersten Anblick außerordentlich bestechend aussieht, sich leider aber kaum zu einer brauchbaren Forschungsmethode ausbilden lassen wird. Dieser Vorschlag beruht auf der Vergleichung der Intensitätsverteilung der Spektren sehr verschieden weit entfernter Sterne gleichen Spektraltypus. Je nach der Art und der Natur der etwa zwischenlagernden Stoffe muß auch die Lichtauslöschung der einzelnen Spektralteile verschieden sein. Es würde schon genügen, Unterschiede in den Spektren mehrerer solcher Sterne festzustellen, um die Existenz lichtabsorbierender Stoffansammlungen zu beweisen.

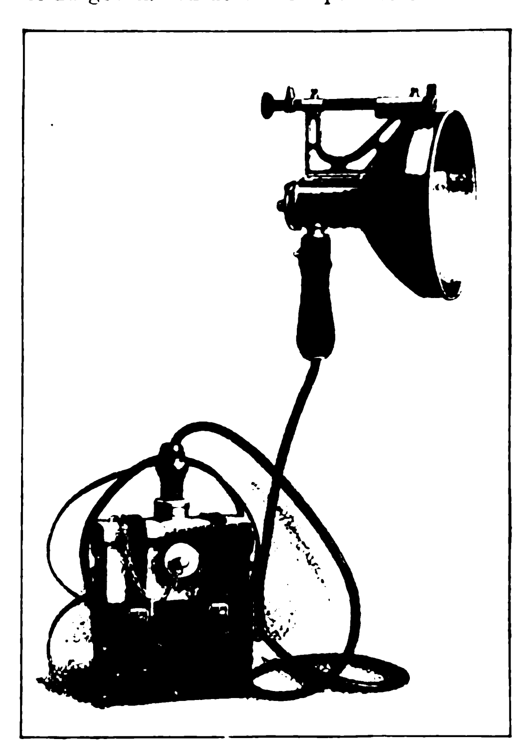
W. S. Adams hat diesen Vorschlag bei zwanzig eigens zu dem Zwecke ausgesuchten Sternpaaren geprüft. Das geschah in der Weise, daß auf derselben Platte die Spektren je zweier Sterne neben einander, des öfteren auch mit einem Vergleichs-Eisenspektrum, aufgenommen wurden. Um die Verschiedenheiten, die durch die Atmosphäre verursacht werden, auszugleichen, wurden möglichst Sterne in gleicher Höhe miteinander verglichen. Die störenden Unterschiede der verschiedenen Helligkeit der beiden zu vergleichenden Sterne wurden durch die Belichtungsdauer kompensiert. Eine sehr schwache Seite dieser Methode ist die mangelnde Kenntnis der genauen Entfernungen der Sterne. Für die entfernten Sterne wurde die Entfernung allein aus den Eigenbewegungen geschätzt, für die nahen kamen die gemessenen Parallaxen hinzu.

Sechs Sternpaare zeigen keine relativen Unterschiede der Intensitätsverteilung im Spektrum, bei vierzehn dagegen sind ganz ausgeprägte Unterschiede derart vorhanden, daß Sterne mit kleiner Eigenbewegung eine größere Schwächung des violetten Spektralbezirks aufweisen als Sterne mit großer Eigenbewegung. Das ist ein Anzeichen dafür, daß das Licht im Weltraum eine Schwächung erfährt. Sicher gestellt ist das aber wie gesagt schon aus dem Grunde nicht, weil die Beziehung zwischen Eigenbewegung und Entfernung in den Voraussetzungen steckt. Andererseits ist zu bedenken, daß auch die absolute Helligkeit der Sterne dabei eine Rolle spielen kann. Die Frage ist durch Adams ersten Versuch jedenfalls noch nicht entschieden, weil das Material noch viel zu spärlich ist. L.

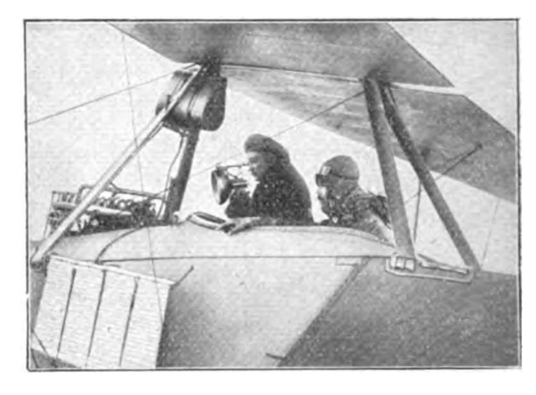
Der Verkehr mit dem reisenden Flugapparat. Zum Signalisieren vom und zum Flugapparat hat man die verschiedenartigsten Versuche gemacht und die merkwürdigsten Mittel angewandt. Die Signale mit gut sichtbarem Rauche, von denen vor einiger Zeit berichtet wurde, stellen natürlich noch lange nicht das Ideal solcher Signale dar, weil sie z. B. bei Dunkelheit nicht mehr sichtbar sind. Das beste sind und bleiben natürlich die Lichtsignale. Der Anwendung dieser Form der Nachrichtenübermittelung scheitert aber daran, daß ein Flugapparat nicht die erforderliche Energie mit sich führen kann, die starke Lichter hervorzubringen vermag. Auch vom Lande aus ist der Verkehr mit einem reisenden Flugapparat dadurch erschwert, daß man nur an festen Stationen die erforderlichen Lichter zum Signalisieren hat. So schien man allgemein auf dieses Mittel verzichten zu müssen, wenn nicht Prof. Donath auf eine physikalische Tatsache zurückgegriffen hätte, die die Erzeugung sehr starker Lichter ermöglicht. Er hat einen elektrischen Signalspiegel konstruiert, der auf der Ausnutzung besonderer Eigenschaften elektrischer Lampen beruht. Jede elektrische Lampe ist für den Dauerbetrieb nur dann geeignet, wenn sie mit der richtigen Spannung gebrannt wird, die das Elektrizitätswerk liefert. Wenn das Elektrizitätswerk 110 Volt liefert, kann man keine Lampen brennen, die für 65 Volt Spannung gebaut sind, weil diese Lampen unter der zu hohen Spannung einfach verbrennen würden. Wer einmal Gelegenheit gehabt hat, dem Versuche zuzusehen, eine 65 Voltlampe mit 110 Volt zu brennen, der wird erstaunt gewesen sein über die Lichtfülle, die die Lampe bei dieser doppelten Spannung entwickelt. Sie erreicht die Helligkeit einer Bogenlampe oder übersteigt sie, und das Licht wird so weiß, daß das ungeschützte Auge es nicht ertragen kann. Hat man Glück, so hält eine Lampe die doppelte Spannung einige Stunden lang aus; eine große Lebensdauer erreicht sie aber unter dieser Überlastung nie.

Die außerordentliche Steigerung der Helligkeit beruht auf der Tatsache, daß die Helligkeit eines leuchtenden Körpers wie die vierte Potenz seiner absoluten Temperatur wächst. Unter absoluter Temperatur versteht man die Temperatur unserer üblichen Thermometerskala zuzüglich 273 Grad. Betrüge z. B. die absolute Temperatur eines normal leuchtenden Glühfadens in einer elektrischen Glühlampe 1000 Grad absolut und wäre dabei die Helligkeit 10 Kerzen, so würde sie bei einer Steigerung der Temperatur auf 2000 Grad nicht etwa 20 Kerzen betragen, sondern $10 \times 10 \times 10$

$\times 10 = 10000$ Kerzen. Bei 3000 Grad wäre sie noch sehr viel größer. Diese Tatsache hat Professor Donath benutzt. Er sagt sich mit Recht, daß es bei einer Glühlampe für Signalzwecke gar nicht darauf ankomme, daß sie event. nach einigen tausend Signalen verbraucht sei, daß die kurzen Signale erst nach Tausenden zählen müssen, ehe einige Brennstunden erreicht sind. Er hat daher einen Spiegel konstruiert, der die Lichtblitze weithin sendet, ohne daß das Licht sich verzettelt. So genügt eine verhältnismäßig kleine Lampe, um auf Kilometer hin gut sichtbare Signale zu geben. In dem Brennpunkte eines kleinen parabolischen Spiegels befindet sich ein kleines Osramglühlämpchen, dessen Faden sehr gedrängt ist. Eine kleine siebenzellige Akkumulatorenbatterie speist die Lampe mit 50 bis 60 Watt. Da der Faden bei jedem Blitz auf 3000 Grad erhitzt wird, ist seine Helligkeit sehr groß, sie erreicht 10000 Normalkerzen. Auf diese Weise ist es möglich, den Lichtschein des Spiegels selbst bei hellem Sonnenschein und nicht weit von der Sonne, etwa 8 km weit, zu sehen. Beobachtet man gar mit einem Glase und herrscht nicht gerade Sonnenschein, so kann man noch viel weiter blicken. Der Spiegel mit dem Lämpchen ist an einem Griff



Die gesamte Ausrüstung eines Donathschen Signalspiegels, wie er von der Varta-Akkumulatoren-Gesellschaft geliefert wird



Die Anwendung des Donathschen Signalspiegels im Flugapparat

angebracht, der zugleich auch Kimme und Korn trägt, so daß man den Flugapparat anvisieren kann. oder von diesem aus den Signalisierer. Das Gewicht dieser Vorrichtung beträgt nur 1 kg, während die kleine Akkumulatorenbatterie der „Varta-Gesellschaft" 4 kg wiegt und in einem umhängbaren Täschchen getragen werden kann. Die ganze Apparatur wiegt also 5 kg und ist so weit wirksam, wie sie gebraucht wird. Die Signale können verabredet werden. oder die bekannten Morsezeichen sein. Durch Druck auf den Knopf flammt das Lämpchen auf und gibt seinen Lichtblitz weithin, und zwar nur dem Apparat, der anvisiert wird.

Dieses Leuchtsignal ist nicht bloß für den Flugapparat mit Vorteil verwendbar, sondern auch für Luftschiffe, Freiballons, für Boote, zur See usw. und dürfte sich einen weiten Anwendungskreis erobern.

L

Personalien

Professor Dr. H. J. Klein, Ehrenmitglied des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte" ist in Cöln im 70. Lebensjahre gestorben. Er ist durch zahlreiche populäre Bücher bekannt geworden. Sein „Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung" ist ein Buch, das sich bei Dilettanten wie Fachmännern gleicher Schätzung erfreut.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

INHALT

Neuere Arbeiten des Internationalen Maß- und Gewichtsbureaus

Von Dr. Walter Block

Es wird bekannt sein, daß, um eine internationale Einigung über Maße und Gewichte herbeizuführen, auf Grund der Meterkonvention von den wichtigsten Kulturstaaten ein Bureau in Sèvres bei Paris eingerichtet ist, dessen hauptsächlichste Aufgabe ist, die internationalen Prototype für das Meter und das Kilogramm aufzubewahren und diejenigen metronomischen Präzisionsmessungen auszuführen, die die Grundlage für ein wissenschaftlich einwandfreies Maßsystem bilden. Zu diesen experimentellen Arbeiten gehören also zunächst Vergleichungen anderer Maßstäbe und Gewichte mit den Normalien des Bureaus, die periodische Nachprüfung der an die Regierungen der beteiligten Staaten ausgegebenen Prototype für Meter und Kilogramm, Versuche über eine etwaige Veränderlichkeit aller solcher Maße und Gewichte im Laufe der Zeit und Messungen über ihre Beziehungen untereinander und zu anderen nicht metrischen Einheiten. Wie man also sieht, ist das Arbeitsgebiet des Internationalen Bureaus wohl nicht sehr umfangreich, birgt aber in sich eine gewaltige Fülle Material zu Untersuchungen interessantester Art, auch noch mit Rücksicht darauf, weil fast nur Messungen in Frage kommen, die den höchsten Grad überhaupt erreichbarer Genauigkeit ergeben sollen. Jeder, der Interesse für Präzisionsmessungen ersten Ranges und die dazu erforderlichen Hilfsmittel hat, wird in den Veröffentlichungen des Bureaus viel Material finden.

Nachdem vor kurzem der 15. Band der wissenschaftlichen Abhandlungen des Bureaus erschienen ist (Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures t. 15 Paris 1913), dürfte es vielleicht von Interesse sein, über die Bedeutung seines reichen Inhalts etwas zu erfahren.

Wie schon oben erwähnt ist eine der Aufgaben, Versuche über eine etwaige Veränderlichkeit der Grundeinheiten für Meter und Kilogramm anzustellen. Das Meter ist ja durch einen Maßstab aus Platiniridium dargestellt, von dem man wohl annimmt, daß er ganz unveränderlich ist, ohne es wirklich genau zu wissen. Es fehlt eben zunächst jede Beziehung zu einem Naturmaß, dessen Unveränderlichkeit auch ohne besondere Versuche selbstverständlich ist. Als ein solches Naturmaß fand man schon vor langer Zeit die Lichtwellenlängen, in der Art, daß jeder Lichtstrahl, der im Spektralapparat durch eine ganz bestimmte Spektrallinie wohl definiert und immer wieder auffindbar ist, Licht einer bestimmten Wellenlänge aussendet, vorausgesetzt, daß er sich durch einen luftleeren Raum oder durch Luft bestimmten Druckes und Feuchtigkeitsgehaltes fortpflanzt. Es



fehlt jeder Grund zu der Annahme, daß diese Lichtwellen in ihrer Länge irgendwie veränderlich sein könnten, wenn sie unter den gleichen Bedingungen entstehen. Sie sind also zur Kontrolle einer Unveränderlichkeit der künstlich hergestellten Maßstäbe wie geschaffen.

Aber sehen kann man die Lichtwellen nicht, kann sie also nicht ohne weiteres mit Maßstäben vergleichen. Dennoch hat man die Möglichkeit, sie mit recht einfachen Mitteln sichtbar zu machen. Jeder kann einen solchen Versuch anstellen. Man biege sich einen Drahtring, den man durch Eintauchen in Seifenwasser mit einer dünnen Seifenhaut ausfüllt. Durch dieses Häutchen läßt man einfarbiges, z. B. rotes Licht hindurchfallen, und man wird sehen, daß es von schwarzen Streifen durchzogen erscheint, die man Interferenzstreifen nennt. Der Vorgang verläuft so, daß von jedem Lichtstrahl, der das Häutchen durchdringt, ein Teil auch an dessen Innenseiten zweimal zurückgeworfen wird; dann laufen direkt hindurchgegangene und zweimal reflektierte Lichtstrahlen

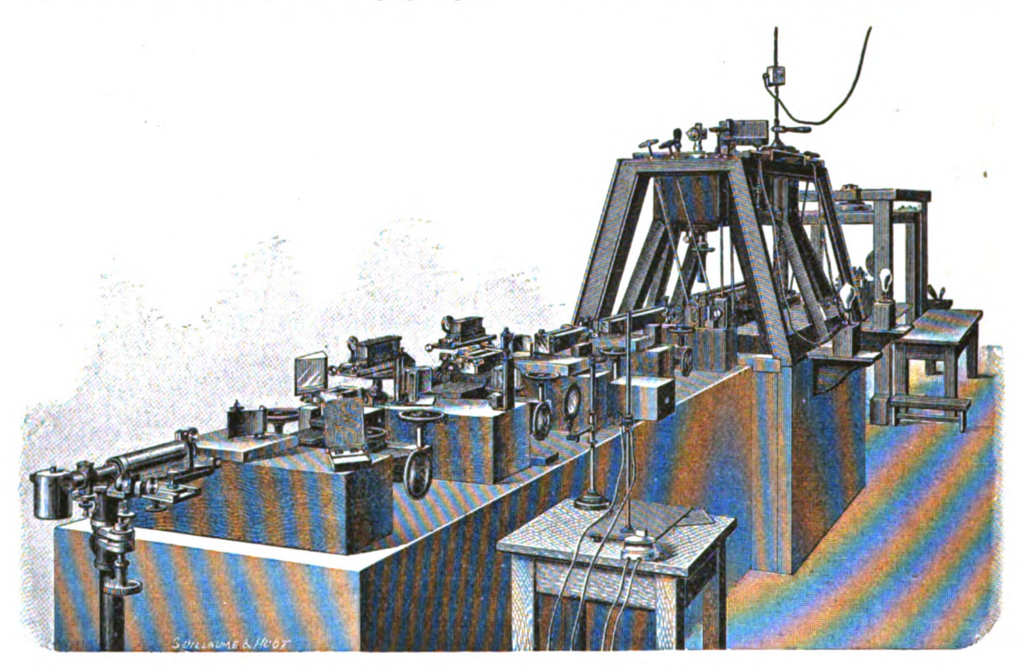


Abb. 1. Versuchsanordnung von Benoit, Perot und Fabry

nebeneinander her, und es tritt der Fall ein, daß bei zwei solchen Lichtstrahlen ein Wellenberg und ein Wellental zusammentreffen, die sich beide vernichten und Dunkelheit erzeugen. So entstehen in dem Häutchen die Interferenzstreifen, die damit — denn sie entstehen ja dadurch, daß der zweimal reflektierte Lichtstrahl einen längeren Weg zurückzulegen hat, als der unreflektiert hindurchgegangene — ein Maß der Dicke des Häutchens sind. Das ist wohl der einfachste Fall, wie man optisch durch Lichtwellen Dicken d. h. Längen messen kann. Ein weiterer Nachteil der Lichtwellen bei Messungen — in gewissem Sinne aber auch ein Vorteil — ist es, daß ihre Längen sehr klein sind und rund nur wenige Zehntausendstel von Millimetern betragen, sodaß die Meterlänge von etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Wellenlängen ausgefüllt wird.

Es wird wohl bekannt sein, daß A. A. Michelson in den Jahren 1892 bis 1894 bereits einmal im Internationalen Bureau die Meterlänge in Lichtwellen aus-

gemessen hat. Seine recht komplizierte Methode sei hier nicht weiter besprochen, da sie überdies in vielen Büchern eingehend beschrieben ist. Seine Versuche sind nunmehr von Benoit, Perot und Fabry nach wesentlich einfacheren und schneller arbeitenden Methoden wiederholt (1907). Bevor wir die Versuchsanordnung beschreiben, müssen wir eine Bedingung für das Zustandekommen der Interferenzen kennen lernen. Interferenzen entstehen bei homogenem einfarbigem Licht dadurch, daß jeder Lichtstrahl irgendwie in zwei aufgelöst wird, von denen der eine einen etwas längeren Weg zurückzulegen hat, und die dann wieder parallel laufen. Sollen sich nun schöne Interferenzstreifen bilden, so darf dieser „Gangunterschied“ nicht allzu groß sein. Bei Michelson war das äußerste 20 Centimeter, und das machte die Messungen schon sehr schwierig. Die Obigen wandten nun folgende Anordnung an, wobei sie die Gangunterschiede nur sehr kurz erhielten. Die Gesamtanordnung gibt die Abb. 1 wieder, und die „Maßstäbe U“ Abb. 2. Wie man sieht bestehen sie aus

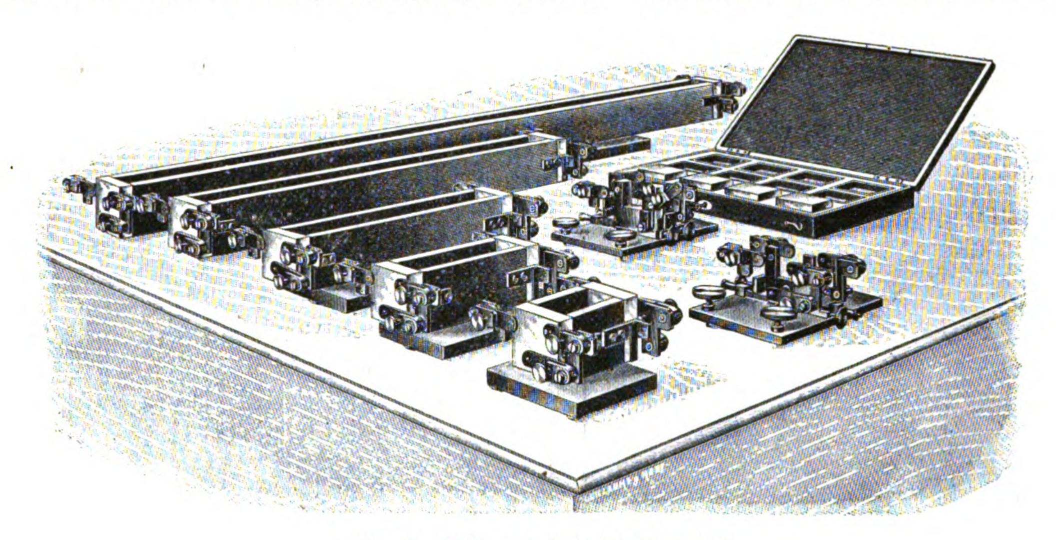


Abb. 2. Die „Vergleichsmaßstäbe“

einem U-förmig hergestellten Metallstück, das an den Enden durch Glasplatten verschlossen ist. Diese sind innen schwach versilbert, so daß sie einen Teil des auf sie auffallenden Lichts hindurchlassen. Der längste dieser Maßstäbe war rund ein Meter, die nächsten 50 cm, 25 cm, 12,5 cm und 6,25 cm lang. Der längste trug auf den oberen schmalen Flächen der Glasplatte feine Striche, die möglichst genau 1 m weit auseinanderlagen, und er wurde nach der üblichen Methode mit einem Metermaßstab des Bureaus mittels Mikrometermikroskopen verglichen. Die Einrichtung dazu sieht man in Abb. 1, wo der Bock rechts oben die Mikroskope trägt, während unter ihm sich dieser Trog-Maßstab und das Meternormal befinden. Nun handelt es sich weiter darum, die Länge dieses 1 m-Maßstabes mit der des 50 cm-Maßes zu vergleichen, und zwar mittels Lichtwellen, d. h. also den Abstand der Innenflächen der abschließenden Glasplatten des längeren mit dem etwa halb so langen des kürzeren. Mit den oben beschriebenen Interferenzen ist es ja unmöglich, aber durch einen einfachen Kunstgriff kann man es doch erreichen: man läßt eben, wie in Abb. 3 schematisch gezeichnet ist, die Auflösung des einfallenden Lichtstrahls an der Fläche 2 eintreten und bringt diejenigen Lichtstrahlen zur Interferenz, die im längeren Maß

zweimal (2,1) und im kürzeren, halb so langen Maß viermal (4,3 4,3) reflektiert sind, wie in der Figur gezeichnet. Dann sind ihre Wege praktisch gleich lang, und man erhält ein gutes Interferenzbild. Man kann so die Länge des längeren Maßes durch die des kürzeren ausdrücken und angeben, um wieviel Wellenlängen des verwandten Lichts es länger oder kürzer ist als das Doppelte des kürzeren Maßes. Die Bestimmung dieser „kleinen“ Wellenlängenzahl geschieht durch Hilfsglasplatten, die im ersten Bilde links vor den kleinen kreisförmigen Spiegeln sichtbar sind.

Die Messung verläuft demnach so, daß man die Länge des 100 cm-Maßes durch die des halb so langen 50 cm-Maßes, diese wiederum durch das 25 cm-Maß usw. ausdrückt, bis man endlich zum kleinsten 6,25 cm-Maß gelangt, sodaß man dann endlich durch eine einfache Rechnung die Länge des größten durch die dieses kleinsten bestimmen kann. Man weiß dann, daß die Länge des 100 cm-Maßes das 16fache der des 6,25 cm-Maßes ist, mit einer sehr genau bestimmbaren Korrektion, bestehend aus einer Anzahl Wellenlängen des verwendeten Lichtes. Nun wird noch die Länge des 6,25 cm-Maßes in Wellenlängen gemessen. Man führt das ebenfalls nach einer Interferenzmethode aus, wobei man als Hilfsmittel benutzt, daß man dessen Länge mit großer Annäherung nach

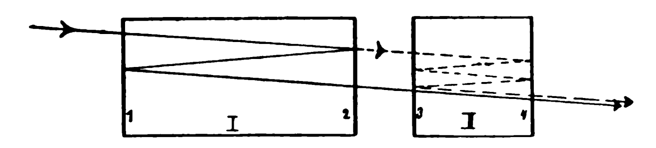


Abb. 3. Schema der Messungsmethode

beliebiger Methode vorher mißt. Man kennt dann angenähert das Aussehen des Interferenzbildes, das zustande kommen muß, und kann aus dem tatsächlichen Anblick die genaue Größe angeben. Die Interferenzstreifen bilden ja gewissermaßen für die Dicke eines Gegenstandes einen Maßstab mit sehr vielen Strichen, wobei der Abstand von zwei Strichen nicht ein Millimeter ist, wie bei den gebräuchlichen Maßstäben, sondern die halbe Wellenlänge des verwendeten Lichtes, die also etwa 0,0003 Millimeter ist. Die Schwierigkeit bei allen Interferenzmessungen ist aber nun, zu erkennen, um welchen Strich es sich handelt; bei den gebräuchlichen Maßstäben sind ja einzelne Striche, Zehner, Hunderter usw. hervorgehoben. Hier ist es nicht der Fall, und da hilft man sich so, daß man die Interferenzstreifen von zwei Farben gleichzeitig beobachtet; da die Wellenlängen nicht gleich lang sind, werden irgendwo zwei Streifen, sagen wir ein roter und ein grüner, genau zusammenfallen, dann nach einer bestimmten Entfernung wieder, nach der gleichen Entfernung wiederum u. s. f. So erlangt man durch diese übereinanderfallenden Interferenzen eine bessere Übersicht und kann damit tatsächlich Entfernungen, die angenähert, auf einige tausendstel Millimeter vielleicht, bekannt sind, auf Bruchteile einer Streifenbreite, d. h. also auf einige hunderttausendstel Millimeter genau bestimmen.

Auf diese Weise kann man die Länge des 100 cm-Maßes in Wellenlängen des verwendeten Lichtes auswerten. Zum Schluß bleiben dann noch zwei Messungen übrig: Zunächst die vollständige Ausmessung des längsten Maßstabes. Man hat bisher nur die Entfernung der beiden inneren ihn abschließenden Glasflächen bestimmt, braucht aber die Entfernung der beiden auf ihnen befindlichen Striche. Man entfernt dazu die beiden Platten, bildet aus ihnen einen

neuen Maßstab ähnlicher Art und mißt dann in einer Kombination einer der gebräuchlichen Mikrometermessungen mit Interferenzbeobachtungen den Strichabstand. Man braucht dazu die Anzahl der Wellenlängen in einem Meter nur sehr angenähert zu kennen. So gewinnt man die Gesamtlänge zwischen den beiden Strichen des längsten Maßes in Wellenlängen. Vergleicht man endlich, wie oben gesagt, dieses Maß mit einem Normalmetermaßstabe auf die gewöhnliche Weise mittels Mikrometermikroskopen, so hat man seine Aufgabe gelöst und kennt nun die Anzahl der Wellen in der Meterlänge.

Als Ergebnis fand man nun, daß in der Meterlänge bei dem roten Licht, das eine mit Kadmiumdämpfen angefüllte Geißlerröhre aussendet, 1553164,13 Wellen enthalten sind. Will man das mit dem früher von Michelson gefundenen Wert vergleichen, so muß man berücksichtigen, daß damals verabsäumt ist, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu notieren, was auf das Ergebnis von einem geringfügigen Einfluß ist; legt man den normalen Feuchtigkeitsgehalt zu Grunde, so folgt aus jenen Messungen 1553164,03, also eine Übereinstimmung bis auf 0,1 Wellenlänge, d. h. 0,00006 Millimeter. Das ist eine Übereinstimmung, die als die denkbar vorzüglichste bezeichnet werden kann, besonders wenn man in Betracht zieht, daß das Ergebnis nach zwei ganz verschiedenen Methoden erhalten ist. Man hat damit gleichzeitig noch die Sicherheit, daß eine irgendwie nachweisbare Veränderung der Meterlänge im Laufe der 15 Jahre, die zwischen den beiden Messungsreihen liegen, nicht eingetreten ist.

In einem Punkt nur, wie schon angedeutet, bedürfen indessen die Ergebnisse noch einer Vervollständigung. Voraussetzung ist bei ihnen, daß die Wellenlängen des Kadmiumlichtes unter allen Umständen ganz unabhängig von der Art der Erzeugung des Lichtes sind. Man weiß ja z. B., daß Licht durch elektrische und magnetische Einflüsse verändert werden kann, und es bedarf der genauesten Nachprüfung, ob nicht etwa durch zufällige Einflüsse eine Veränderung der Wellenlänge eingetreten ist, die vielleicht gerade eine Veränderung der Meterlänge scheinbar rückgängig gemacht hat. Wahrscheinlich ist ein solcher Vorgang indessen nicht. Das ist in äußerster Kürze der Inhalt des Hauptteiles jenes Bandes, der wohl das weitestgehende Interesse beanspruchen kann. Aber auch die anderen Teile bringen recht interessante Erörterungen. Auch auf sie sei noch in aller Kürze eingegangen. Zwei Arbeiten, die eine von Ch. Ed. Guillaume, die andere von A. Perard, beschäftigen sich mit den Methoden der Messung von Endmaßen und mit den erzielten Genauigkeiten. Die Prototypmeter sind ja Strichmaße, d. h. die Meterlänge wird bei ihnen durch den Abstand zweier Striche definiert, eine nicht absolut vollkommene Definition, da naturgemäß jeder Strich auf einer hochpolierten Metallfläche die Politur zerstört und in dem Metall einen mehr oder weniger breiten Graben bildet, der z. B. bei den Prototypmetern etwa 0,007 mm breit ist. Die Mittellinie dieses Grabens stellt die maßgebende Strichmitte dar. Die Ränder dieses Grabens sind aber nicht vollständig gradlinig und scharf, sondern je nach dem Material des Maßstabes mehr oder weniger rauh, ausgesplittert, sodaß der Anblick eines solchen feinen Strichs unter dem Mikroskop durchaus nicht immer der eines geradlinig begrenzten scharfen schwarzen Streifens, sondern etwas unregelmäßig, zackig ist. Jeder Beobachter wird dann nach seinem persönlichen Empfinden nicht immer genau die gleiche Linie als maßgebende Strichmitte auffassen, und so kommt bei Strichmaßen ein gewisser „persönlicher Fehler“ in die Messungen hinein. Anders ist es mit Endmaßen, wo die Meßlänge durch den

Abstand zweier ebener paralleler Flächen oder die entferntesten Punkte zweier Kugelflächen gebildet wird. Hier fallen solche persönlichen Fehler fort. Die Sachlage hat sich nun im Laufe der Jahre so entwickelt, daß man ursprünglich, z. B. bei der ersten Begründung des metrischen Systems, ohne weiteres für Maße ersten Ranges Endmaße wählte, bei der Neubegründung wurden Strichmaße als besser und sicherer und bequemer meßbar gehalten, und demgemäß wurden die Prototype als Strichmaße festgestellt. Daß Strichmaße bei Messungen höchster Genauigkeit etwas bequemer und zuverlässiger zu messen sind als Endmaße, soll nicht bestritten werden. Aber praktisch kommen Endmaße, insbesondere solche höherer Genauigkeit, unvergleichlich viel mehr zur Anwendung als Strichmaße; die Industrie verwendet bei allen technischen Messungen, insbesondere bei Massenfabrikation von Maschinenteilen, bei allen genaueren Arbeiten, stets Endmaße in Form von Lehren, Grenzlehren, Kalibermaßstäben usw. an. Diese Endmaße müssen teilweise eine ganz beträchtliche Genauigkeit haben, man denke nur an die Fabrikation von Gewehren und Geschützen, Dampfturbinen, Explosionsmotoren. Es ist verhältnismäßig leicht, zwei Endmaße miteinander zu vergleichen, wenn sie nahezu gleich lang sind, und anzugeben, wieviel Tausendstel Millimeter sie voneinander abweichen; zu diesen Messungen sind sehr brauchbare Meßmaschinen konstruiert, die ohne Mühe sehr genaue Ergebnisse liefern. Aber nun ist Bedingung dafür, daß man sehr gut bestimmte Normale hat, die ihrerseits ja mit einem Strichmaß verglichen sein müssen, was eine der schwierigsten metronomischen Aufgaben ist. Die Fabriken stellen an die im Betrieb befindlichen Maße schon recht hohe Anforderungen, und da müssen naturgemäß die Normale noch weit genauer gemessen werden, was metronomisch nur mit äußerster Mühe zu erreichen ist.

Für kürzere Maße ist es noch möglich, sie mittels Interferenzmethoden zu messen, bei längeren sind aber diese nicht mehr anwendbar. Da muß man so vorgehen, daß man an die zu messenden Maße Kontaktstücke anschiebt, die Striche tragen, indem man so künstlich das Endmaß in ein Strichmaß verwandelt. Dann müssen die Kontakte selbst zur Berührung gebracht werden und der Strichabstand auf ihnen gemessen werden. Daß selbstverständlich jede Verunreinigung der Kontaktflächen aufs sorgfältigste vermieden werden muß, bedarf keiner Erwähnung. Aber auch sonst sind noch genug Fehlerquellen vorhanden. Durch das Aufdrücken der Kontakte entstehen leicht elastische Verzerrungen und Einbeulungen, außerdem bei kugeligen, den besten Kontakten, tritt bei ungenügender Justierung der Anordnung die Berührung nicht an den äußersten Punkten der Kugelfläche ein, die Maße und die Kontakte liegen nicht genau in einer geraden Linie, alles Umstände, die an die Kunst des Mechanikers, der die Endmaße herstellt und die Meßapparate für sie baut, und an die Fähigkeiten des Beobachters die höchsten Anforderungen stellt. Und endlich ist es kaum möglich, für Endmaße anderes Material als gehärteten Stahl zu wählen, der leider im Laufe der Zeit leicht Veränderungen in seinen Abmessungen unterliegt, sodaß alle solche Versuche in kurzen Zwischenräumen wiederholt werden müssen. Wie man sieht, sind also bei Endmaßmessungen die zu überwindenden Schwierigkeiten besonders groß. Es besteht ein dringendes Bedürfnis nach einer optischen Meßmethode, die auch längere Maße einwandfrei zu messen gestattet.

Den Schluß des Bandes bildet ein Bericht von Guillaume über die neueren Fortschritte des metrischen Systems, wie er der Generalkonferenz für Maß und Gewicht im Jahre 1907 erstattet ist. Er ist inzwischen durch einen neueren

Bericht von 1913 überholt, der ebenfalls bereits im Druck vorliegt. Auf ihn sei nicht weiter eingegangen, da er zum Teil nur über die obigen Arbeiten oder uns ferner liegende Dinge berichtet. Von ganz besonderem Interesse ist indessen eine ausführliche Zusammenstellung, die zeigt, wie weit der Plan einer völligen Internationalität des metrischen Systems bereits gediehen ist. Fast ohne Ausnahme ist in allen Staaten dieses System eingeführt oder wenigstens fakultativ zugelassen. Die einzige wichtige Ausnahme bildet nur noch Großbritannien und Irland, wo es nur gesetzlich geduldet ist. Dieser Standpunkt wird allmählich umso weniger verständlich, als sich in dieser Frage die selbständigen englischen Kolonien bereits von ihrem Mutterlande getrennt haben bzw. es zu tun beabsichtigen. Auch in England selbst merkt man, daß man damit allmählich anderen gegenüber auf industriellem Gebiet in Nachteil gerät, will aber trotz aller Bemühungen nicht von den alten Maßeinheiten lassen. Merkwürdigerweise werden aber Versuche gemacht, unter Beibehaltung dieser ein dezimales System einzuführen, was naturgemäß nicht weniger schwierig ist, wie die obligatorische Einführung des metrischen Systems, indessen nichts bessert. Das jetzige englische System hat, wie bemerkt wurde, nur noch den Vorteil, daß es den Engländern selbst leicht gemacht ist, das metrische System zu lernen, ihren Konkurrenten aber unmöglich ist, das englische zu begreifen.

Die kosmogonischen Hypothesen nach Henri Poincaré

Von Dr. Wilhelm Ebert

(Schluß)

11. Über den Ursprung der Sonnenwärme und der Erdwärme

Poincaré bespricht dann die Wärmequellen der Sonne und der Erde (S. 191 bis 233) und sagt, daß nach Helmholtz und Lord Kelvin die Sonne in der Vergangenheit keine Existenzdauer von 50 Millionen Jahren gehabt hätte. „Der Widerspruch der Biologen verliert an Bedeutung mit der Entdeckung der Umänderung“ (Mutation) durch M. de Vries. Aber die Folgerungen aus geologischen Schlüssen sind weniger angreifbar. Die Dicke der geologischen Schichten, die entstanden sind, seitdem das Leben auf der Erde besteht (und es konnte nicht ohne Sonne bestehen) erfordert viel mehr als 50 Millionen Jahre. Auch die Prüfung der Bergketten der geologischen Zeiträume, die durch die Erosion vollständig zerstört worden sind, führt zu demselben Schluß. Man hat berechnet, daß zur vollständigen Abtragung der Alpen die Erosion 27 Millionen Jahre brauchen würde. Aber wir sehen seit den devonischen Zeiten, wo das Leben schon alt war, das Kaledonische Gebirge sich erheben, eine Kette wie die Alpen, welche durch die Erosion zerstört worden ist, dann erhob sich die Hercynische Kette, die wieder abgetragen wurde, dann kam die Ruhezeit der sekundären Periode, schließlich die tertiäre Periode, in der sich die Alpen bildeten. Infolgedessen fordern die Geologen eine viel längere Zeit.

Lord Kelvin hat ferner die Zeit berechnet, die für die Abkühlung der Erde nötig war; er findet eine Zahl derselben Ordnung wie für das Alter der Sonne. Poincaré prüft dann, was man gegen die Voraussetzungen der Rechnungen Lord Kelvins einwenden könnte. M. Rudzki hat den Wärmeverlust der Erde berechnet. Er findet eine jährliche Verkürzung des Erdradius um 0,004 cm. Gewisse Bergfalten geben eine Anschauung von der Verkürzung

der Erdkruste durch Verminderung des Erdradius. Rudzky glaubt daraus schließen zu können, daß sich die Erde seit drei Milliarden Jahren abkühlt.

Aus dem Salzgehalt des Meeres hat M. Joly auf ein Alter von 100 Millionen Jahren geschlossen. Seit der cambrischen Periode mögen sich 30 km Sedimente abgelagert haben. Da die Bildung eines Meters Sediment 3000 bis 20000 Jahre erfordert, so wären 90 Millionen bis 600 Millionen Jahre seit der cambrischen Periode verflossen.

Das Uranium scheidet das Helium mit einer bekannten Geschwindigkeit aus. Indem man die Heliummenge mißt, welche in den uranhaltigen Gesteinen vorkommt, erkennt man, daß diese ein Alter von mindestens 400 Millionen Jahren haben müssen. Das Radium strahlt beständig Wärme aus. Nach Cury sendet 1 g Radium in der Stunde 100 Grammkalorien aus. Manche Forscher sehen hierin die Ursache der geothermischen Tiefenstufen.

Poincaré zieht dann Folgerungen aus dem adiabatischen Gleichgewichtszustand der Gase. Für die monoatomischen Gase (wie es wahrscheinlich die sehr heißen Gase der Sonne sind) findet man, daß ein strahlendes und seine Wärme verlierendes Gas an Temperatur zunimmt; gleichzeitig nimmt sein Volumen ab. Ähnliches gilt für die zweiatomigen Gase. Ein drei- oder mehratomiges Gas verliert an Temperatur bei der Abkühlung, aber sein Volumen wächst gleichzeitig. Auf der Sonne sind indessen die Gase weit vom vollendeten Zustand entfernt.

12. Die Milchstraße und die Gastheorie

Poincaré entwickelt sodann (S. 257 bis 265) Anschauungen über die Milchstraße, die er mit Gasen in verschiedenen Gleichgewichtszuständen vergleicht. Der erste Gedanke dieser Art stammt von Lord Kelvin. In der kinetischen Gastheorie wird eine Gasmasse als ein System betrachtet, das aus einer großen Zahl von Molekülen besteht, welche sich in jedem Sinne kreuzen. Diese Teilchen wirken aufeinander mit der Entfernung, was aber nur auf sehr kleine Distanzen merklich ist. Ähnlich kann man annehmen, daß die Newtonsche Anziehung sehr schwach ist und daß sich die Sterne gradlinig bewegen, mit Ausnahme der Fälle sehr starker Annäherung von zweien derselben. Nun versucht er sich einen Begriff von der Ausdehnung der Milchstraße zu machen und geht dabei von der Eigenbewegung der Sterne aus. Wie in einem freien Gas im adiabatischen Gleichgewicht der Druck und die Temperatur von der Oberfläche nach dem Zentrum wachsen, müßten auch für die Milchstraße die mittleren Eigengeschwindigkeiten der Massen in den zentralen Teilen stärker sein als an den peripherischen. Wir stehen ungefähr in der Mitte der Milchstraße, und indem wir die Eigenbewegungen der Sterne um uns beobachten, werden wir das kennen lernen, was der zentralen Temperatur der zum Vergleiche herangezogenen Gassphäre entspricht, und wir können ihren Radius bestimmen. Der Autor sagt, daß er nur Größenordnungen bestimmen will. Er nimmt die Milchstraße als kugelförmig und die Massen homogen verteilt an. Die Beobachtung zeigt, daß die uns nächsten Fixsterne eine ähnlich große Geschwindigkeit haben, wie die Erde in ihrer Bahn. Hieraus findet man als Radius der Milchstraße: 10^9 astronomische Einheiten, also ungefähr 1000 mal so viel wie der Abstand der nächsten Fixsterne. Die Gesamtzahl der Sterne der Milchstraße wäre also 1000^3 oder 1 Milliarde. Diese Zahl ist von derselben Größenordnung wie die telescopisch gefundene, 200 Millionen. Manche meinen, daß wir die Milchstraße mit den

Fernröhren nicht vollständig durchdringen. Dies scheint aber nicht der Fall zu sein, weil hier die Zahl der hellen Sterne die man gezählt hat mit der Zahl die man berechnet hat, stimmt. Man kann sich auch fragen, ob nicht mehr dunkle Sterne vorhanden sind. Man findet aber, daß die hellen Sterne fast die Gesamtheit aller Sterne darstellen.

Will man, um genauer zu sein, das adiabatische Gesetz verwenden, so muß man ein monoatomisches Gas voraussetzen; man muß dann annehmen, daß jedesmal ein Zusammenstoß stattfindet, wenn zwei Körper nahe genug an einander vorbeikommen, um von ihrer Bahn abgelenkt zu werden.

Ist ferner die Milchstraße mit der „strahlenden Materie" von Crookes vergleichbar? In einer Crookesschen Röhre ist das Gas so dünn, daß die Zusammenstöße verhältnismäßig selten sind und daß ein Molekül Aussicht hat, den ganzen Tubus zu durchlaufen, ohne von seiner Bahn abgelenkt zu werden. Crookes sagte dann, daß der mittlere Durchlauf der Moleküle größer ist, als die Dimensionen des Tubus (Röhre) und daß die Materie der Röhre im strahlenden Zustand ist. Wir nehmen an, daß jeder Stern mit einer „Schutzsphäre" vom Radius der Neptunsbahn umgeben ist. Könnte eine Gerade zwischen diesen Sphären hindurch gehen? Durchaus, weil wir auf diese Weise nur $^1/_{16\,000}$ des Himmels (des Milchstraßensystems) erfüllt hätten. Da also der mittlere Durchlauf der Sterne größer ist als die Dimensionen der Milchstraße, gleicht dieselbe mehr einer strahlenden Materie als einem Gas.

Bisher haben wir vorausgesetzt, daß die Milchstraße eine Kugel ist. Sie scheint aber eher eine Linse zu sein. Wie kann man das erklären? Hier sind verschiedene Hypothesen möglich.

1. Man kann voraussetzen, daß die Sterne vorwiegend Geschwindigkeiten haben, welche der Milchstraßenebene parallel sind, aber sonst in jeder beliebigen Richtung gleichförmig in den Parallelebenen zu dieser Ebene. Ein solcher Zustand könnte nur vorübergehend sein, denn die Stöße würden streben, die Geschwindigkeiten entsprechend dem Maxwellschen Gesetze nach allen Richtungen hin gleichmäßig zu verteilen, und der Haufen würde schließlich eine Kugelform annehmen, was der Normalzustand einer freien gasförmigen Masse ist.

2. Man nimmt an, daß die Milchstraße eine Gesamtdrehung hat, welche eine definitive sehr starke Abplattung bewirkt. Man weiß, daß es in jeder rotierenden Gleichgewichtsfigur einen Maximalwert für die Winkelgeschwindigkeit gibt, über den hinaus die Stabilität gebrochen wird, (wie bei Bildung der Laplaceschen Ringe). Hierbei tritt eine starke Abplattung ein. Da bei der Milchstraße die Dichtigkeit sehr gering ist, so hat auch die Winkelgeschwindigkeit eine sehr niedrige Grenze; eine Umdrehung würde in 500 Millionen Jahren erfolgen, d. h. 0".2 pro Jahrhundert. Wir könnten sie höchstens durch Beobachtung von Objekten (Nebeln) außerhalb derselben feststellen, und das würde sehr schwer sein.

3. Man betrachtet die Milchstraße als Spiralnebel. Die Spiralnebel, obgleich unauflösbar, haben ein continuierliches Spektrum und bestehen also aus einer Menge von Sternen die man in Folge ihrer großen Entfernung nicht trennen kann. Sie wären also andere Milchstraßen in ungeheueren Entfernungen. Betrachten wir eine Gasmasse, die sich immer schneller und schneller dreht, und die ursprünglich kugelförmig war, so nimmt sie eine Form ähnlich einem Mac Laurinschen Ellipsoid an. (Wir sagen „ähnlich", weil die Existenz der Mac Laurinschen und Jacobischen Ellipsoide nur für eine homogene flüssige

Masse bewiesen ist und weil unser Gas das nicht ist.) Bei noch größerer Geschwindigkeit entsteht ein Jacobisches Ellipsoid.

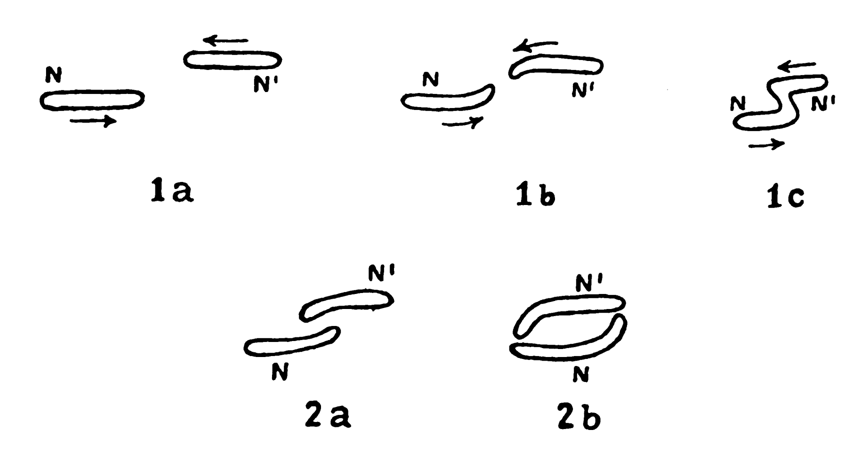
Wenn die Drehung sich noch mehr steigert, spalten sich an den zwei Enden der großen Achse Teilchen ab, und die Materie wird in zwei Strahlen eine spiralige Form nehmen, da nach dem Prinzip der Flächen der gehende Flügel hinter dem Drehpunkt zurückbleibt. So bildet die Gasmasse einen Spiralnebel, dessen Moleküle durch die Sterne repräsentiert werden, aus welchen der Nebel besteht. Es scheint also nicht unmöglich zu sein, die Spiralnebel unter alleiniger Heranziehung des Anziehungsgesetzes und statistischer Betrachtungen zu erklären, welche an diejenigen der Gastheorien erinnern.

*

Anm. des Ref.: Herr Professor Oppenheim in Wien (Annalen der Wiener Akademie) hat die Eigenbewegungen der Fixsterne sehr vorteilhaft dargestellt, wenn man sie mit der scheinbaren Bewegung der kleinen Planeten von der Erde aus gesehen vergleicht. Hierdurch kann die Zwei- oder Dreistromlehre als erledigt betrachtet werden.

13. See's Erklärung der Spiralnebel

Auch See's Erklärung der Spiralnebel unterzieht Poincaré (S. 267 bis 269) einer Erörterung. See[1]) nimmt an, daß zwei kosmische Wolken, die parallele aber entgegengesetzte Bewegungsrichtung haben, sich einander nähern (siehe Figur 1a). Bei noch weiterem Vorrücken der beiden krümmen sich die Spitzen auf einander



Die Entstehung der Spiralnebel nach See

zu (Figur 1b). Schließlich vereinigen sich die beiden Spitzen (Figur 1c) und so entsteht der Spiralnebel. Das Material wirbelt demnach dem Kern zu. Obgleich sich die beiden nächsten Enden der Nebel aufeinander zukrümmen, brauchen sie sich doch nicht immer zu vereinigen (Figur 2a), sondern können weiterrücken und sich zum Ringnebel vereinigen (Figur 2b).

Nach der Seeschen Erklärung würde die Bewegung in den Ausläufern des Nebels nach dem Zentrum zu und nicht von demselben weg erfolgen, wie man gewöhnlich glaubt. Auf jeden Fall erklärt der Flächensatz das Zurückbleiben des beweglichen Flügels gegen den Drehpunkt, d. h. die spiralige

[1]) T. J. J. See, Researches on the Evolution of the stellar Systems vol. II: The capture Theorie of cosmical Evolution Ch. XIX

Form der beiden Flügel. Nach der gewöhnlichen Anschauung setzt man die Bewegung auf den beiden Armen als auseinandergehend voraus, und da erklärt sich diese Symmetrie, die meistens vorhanden ist, weil die zwei Arme einen gemeinsamen Ursprung haben. Zu der Hypothese von See sieht man hierfür keinen Grund, da die beiden Wolken im allgemeinen nicht gleich sein werden und daher einen unsymmetrischen Nebel erzeugen müssen.

14. Die Hypothese von Belot[1])

Schließlich bespricht Poincaré die Hypothese von M. E. Belot (Seite 271 bis 279), wo die Stöße und Wirbel in der Kosmogonie die Hauptrolle spielen. Das Sonnensystem soll seinen Ursprung dem Stoß eines Cylinderwirbels gegen eine kosmische amorphe Wolke verdanken. Lord Kelvin und M. J. J. Thomson haben gezeigt, daß sich ein Wirbel wie ein elastischer Körper verhält. Wenn M. Belot von Anfang an die Sonnenanziehung berücksichtigt hätte, so wäre es richtig gewesen und er hätte dasselbe erreicht. Seine Studie erscheint verdienstvoll, bedarf aber einer Revision.

Nachwort zur Erinnerung an Poincaré

Es liegt mir ganz ferne, hier etwa eine Biographie Poincarés geben zu wollen, oder gar ein Verzeichnis seiner sämtlichen Veröffentlichungen. Poincaré entstammt einer alten sehr reichen katholischen Familie Süd-Frankreichs. Jeder war von diesem liebenswürdigen bescheidenen Millionär entzückt. Er galt geradezu als Vertreter der französischen Naturwissenschaft. Jungen strebsamen Gelehrten kam er mit der größten Zuvorkommenheit entgegen, und Rat und Hilfe für dieselben war bei ihm in Folge seines ungeheueren Einflußes jederzeit zu finden. Ich kenne leider nur einen, dem man dasselbe nachsagen könnte, das war sein großer Landsmann Leverrier. Beide fürchteten sich ebensowenig vor den Ministerien, wie vor dem Emporkommen jüngerer Kollegen. Tisserand stand mit Leverrier dienstlich sehr schlecht, aber ein Mann wie Leverrier war über darartige Kleinigkeiten erhaben. So schlug er, als die Sternwartendirektorstelle von Marseille frei wurde, zum allgemeinen Erstaunen Tisserand vor, der auch einstimmig ernannt wurde. Das war Tisserands Glück und der Anfang seiner großen Laufbahn. —

Die Veröffentlichungen Poincarés sind unabsehbar. Aber wenn einer seiner Schüler pietätvoll seine Kollegienhefte durchblättert, findet er immer neue Theoreme, die der Meister noch nicht veröffentlicht hatte. Er erscheint uns, wie auch von Gauß gesagt wird, wie ein Bergriese immer größer, je weiter man sich von ihm entfernt. Und so werden ihn seine dankbaren Schüler in heiligem Angedenken behalten.

---

[1]) E. Belot: Comptes rendus de l'Académie des Sciences 1905, 1906, 1908. — Bulletin de la Société astronomique de France 1907; Journal de l'Ecole Polytechnique 1908. — Compte rendu des Congres tenus en 1908 et en 1909 par l'Association française pour l'avancement des Sciences. M. Emile Belot hat seine kosmogonischen Gedanken gesammelt in einem Werke herausgegeben: Essai de Cosmogonie tourbillonnaire (Paris Gauthier Villars 1911, vol. I 8°)



Alchemie

Von Professor Dr. The Svedberg-Upsala

(Schluß)

Ihre volle Durchbildung erhielt die mittelalterliche Lehre von den Stoffarten durch Basilius Valentinus. Er soll ein Benediktinermönch aus dem Ende des 15. Jahrhunderts gewesen sein. Es ist unmöglich, zu entscheiden, inwieweit die Werke mit ihrem Inhalt an bedeutenden, aus der Erfahrung stammenden Kenntnissen und mit der Zusammenfassung des alchemistischen Systems des Mittelalters, die seinen Namen tragen, wirklich echt sind. Man weiß, daß Basilius Valentinus der berühmteste alchemistische Name im 16. Jahrhundert war, aber man hat weder vom Verfasser der Schriften, die im 17. Jahrhundert als die Valentinischen bezeichnet wurden, noch von der Zeit ihrer Abfassung irgendwelche sichere Kenntnis. Nach Basilius Valentinus bestehen die Metalle außer aus philosophischem Quecksilber und Schwefel auch noch aus philosophischem Salz als dem Prinzip der Löslichkeit. Lullus hat ihn in vieler Beziehung beeinflußt und, wie dieser, dehnte er seine Lehre von den Elementen auf alle Körper aus, indem er behauptet, daß sie „alle aus drei Wesen gemacht wären: aus Mercurius, Sulfur und Sal". Diese Lehre, auch von Paracelsus angenommen, wurde von van Helmont bekämpft und erst durch Boyle endgültig beseitigt. Basilius Valentinus ist eine interessante Erscheinung, bald ein scharfer und nüchterner Beobachter und bald wieder äußerst phantastisch, besonders in seinen Schilderungen von der „heimlichen Wundergeburt der sieben Planeten und Metallen". Ihm und noch mehr seinen Nachfolgern galt das Suchen nach dem Stein der Weisen als gleichbedeutend mit dem Streben nach der Seele Seligkeit. Sie gebrauchen religiöse Bilder für alchemistische Begriffe und wiederum hermetische Ausdrücke für die Sünde und die Erlösung der Menschheit. Was Basilius sich in bezug auf Anwendung religiöser Bilder erlauben konnte, ersieht man aus seiner allegorischen Darstellung der Dreieinigkeit und des Steins der Weisen, aus der wir folgendes anführen: „Wie Christus, der sündenfreie, für die Sünden der Welt starb, so stirbt das Gold, das makellose, das alle Proben wunderbar besteht, für seine unvollkommenen und kranken Brüder und Schwestern und, in Herrlichkeit wieder erstehend, erlöst und tingiert es sie zu ewigem Leben und macht sie durch und durch zu gutem Golde."

Des Basilius Valentinus „Zwölf Schlüssel, dadurch die Thüren dem uhralten Stein unser Vorfahren eröffnet und der unerforschliche Brunnen aller Gesundheit erfunden wird", ist eine mit zwölf symbolischen Zeichnungen ausgestattete Schrift. Mit Hilfe eines anderen Buches: „Offenbahrung der verlorenen Handgriffen", kann man den einen oder anderen Vorgang sich verdeutlichen, wie er in den Schlüsseln gemeint ist. Der „König" oder der „Löwe" soll „von dem hungrigen grauen Wolf" verschlungen werden, der Wolf wird im Feuer verbrannt und damit der König wieder frei. Wird dies dreimal wiederholt, so überwindet der Löwe den Wolf. Darunter ist die Reinigung des Goldes durch wiederholtes Schmelzen mit Spießglanz gemeint. Das gereinigte Gold wird in Königswasser gelöst (Salpetersäure mit Salzsäure gemengt) und gibt so das aurum potabile, das schon viel früher als Arzneimittel angewandt und gerühmt wurde. Weiter als bis zur Darstellung dieses flüssigen Goldes kann man leider dem Verfasser

nicht folgen. Wie er durch die Vermählung von Venus mit Mars — nämlich durch Auflösen von Eisen und Kupferoxyd in Schwefelsäure — den grünen Leuen herstellt oder die Prinzipien des Quecksilbers und des Schwefels vereinte, bleibt uns ein Rätsel, ebenso wie diese, zusammen mit dem „philosophischen Golde", das aus dem aurum potabile gewonnen wurde, den Stein der Weisen aufbauen. Die letzte und wichtigste Operation ist die zehn Monate hindurch allmählich gesteigerte Erhitzung des philosophischen Quecksilbers und Goldes im „philosophischen Ofen", wodurch der „schwarze Rabe" den „Pfau" und dieser den „weißen Schwan" gebärt, der seinerseits wieder den „Vogel Phönix mit seinen Jungen" erzeugt. Dieser letzte aber — eine rote Substanz — ist der Stein der Weisen, der sich bis zur Unendlichkeit vermehren kann. Man kann leider nicht begreifen, wie jemand, und wäre es der geschickteste und begeistertste Adept (so wurden diejenigen genannt, die das Geheimnis des Steines der Weisen besaßen), solchen Vorschriften zu folgen vermochte. Valentinus beklagt sich noch darüber, daß er schon zu viel gesagt habe: „Ich habe nun genug gelehrt, ja so klar und deutlich, daß eine bessere Belehrung durch die Schrift nicht gegeben werden kann, wenn man nicht aus freiem Willen zur Hölle fahren will, dafür, daß man offenbart, was der Schöpfer streng verboten hat."

Durch viele wichtige Beobachtungen hat Basilius zur Kenntnis der chemischen Reaktionen beigetragen. Schon Dioskorides hatte gefunden, daß ein Stoff A eine so große Neigung haben kann, sich mit dem Stoffe B zu verbinden, daß er den Stoff C aus seiner Verbindung mit B verdrängt. Valentinus hat viele derartige Fälle beobachtet. Er sagt: „Vitriol schlägt nieder Mercurium vivum (Quecksilber) und Sal Tartari (Pottasche) das Gold, Kupfer und gemeines Salz das Silber, Eisen Kupfer, eine Lauge von Buchenaschen den Vitriol, Essig den gemeinen Schwefel, Eisen Tartarum, und Salpeter den Antimonium." Während des Mittelalters wird man solchen zerstreuten Beobachtungen nur einen geringen theoretischen Wert beigemessen haben. Die allgemeine Auffassung des gegenseitigen Verhaltens der Stoffe zueinander verblieb bei dem alten Ausspruch des Empedokles: „Gleiches verbindet sich mit Gleichem" und man wird wohl meist Anschauungen gehuldigt haben, ähnlich der des Albertus Magnus, der die Neigung der Metalle zum Schwefel durch das Streben des in den Metallen enthaltenen philosophischen Schwefels, sich mit dem natürlichen Schwefel zu verbinden, begründete.

Wir haben gesehen, daß das, was das Mittelalter zur Lösung des Problems von der Materie beigetragen hat, sehr gering und auch größtenteils dem Zufall zu verdanken ist, nicht dem Streben um der Sache selbst willen. In gleicher Weise erwarben die Alchemisten bei ihrem planlosen Suchen nach dem Ausgangsmaterial, der „materia prima", für den Stein der Weisen unfreiwillig bedeutende praktisch-chemische Kenntnisse. Kali, Natron, Schwefel- und Salpetersäure waren schon von Pseudo-Geber gekannt, vielleicht schon vor ihm. Das Königswasser kannte man früher als die Salzsäure. Diese, den „spiritus Salis", stellte Basilius durch Erhitzen von Kochsalz mit Eisenvitriol dar. Eine ganze Reihe Salze wurde entdeckt oder unterschieden, so Alaun und Vitriole, Salpeter, Salmiak und Ammoniumkarbonat, Silbernitrat, Quecksilberchlorid, Zink-, Wismut- und Antimonsalze. Diese wurden besonders von Basilius Valentinus studiert. Sein „Triumphwagen der Antimonii" ist die erste Monographie über ein Metall und ein sehr verdienstliches Werk, wenn auch niemand mehr seinen Glauben an die wunderbaren Heilkräfte des Antimons teilt.

Basilius Valentinus ist der letzte Alchemist, der ein wissenschaftlicher Forscher von Bedeutung gewesen ist. Wohl haben die Chemiker nicht vor der Mitte des 17. Jahrhunderts aufgehört, an die Metallverwandlung zu glauben, aber kein Forscher nach Valentinus hat in der Kunst, Gold zu machen, das Endziel seines Strebens gesehen. Damit ist nicht gesagt, daß die Alchemie im 16. und 17. Jahrhundert in geringerem Maße betrieben worden sei als früher, aber sie verlor den Kontakt mit der Naturforschung ihrer Zeit, namentlich nachdem diese ihre Wandlung zur wahren Wissenschaft begonnen hatte. Der Wahn wurde offenbar, je mehr das Dunkel des Mittelalters sich lichtete. **Die Alchemie ist das Kind des Mittelalters; in dem Dämmer der Unwissenheit und der** Mystik konnte sie Eindruck machen, in kritischerer Zeit konnte sie die Probe nicht bestehen.

Allgemein als Irrtum erkannt wurde die Alchemie jedoch erst spät, und lange hatte sie noch zahlreiche hochstehende Anhänger. Könige und Große waren von jeher Beschützer der Alchemie, besonders solche Fürsten, die an Geldmangel litten. Heinrich VI. von England erteilte an drei Adepten das Privilegium der Goldmacherei. Sie verfertigten Münzen aus Kupferlegierungen, die man in Frankreich verschacherte. Von da aber entgegnete man mit gleicher Münze, nur mit französischer Prägung, während Schottland seine Grenzen und Häfen gegen diese verderbliche Einfuhr sperrte. Münzen aus alchemistischem Golde und Silber sind oft genug gemacht worden, aber nicht immer sind die Klagen über ihre Unechtheit gehört worden. Ganze Bücher sind über diese Münzen, die häufig besondere Aufschriften trugen, geschrieben worden. Goldene Rosennobel, die Lullus angefertigt haben soll, sind bekannt, Dänische Dukaten von Christian IV., Darmstädtische Dukaten und Speziestaler von 1717 und viele andere. Noch in ganz später Zeit war man nicht imstande, kleinere Verfälschungen analytisch nachzuweisen.

Die meisten Fürsten jener Zeiten hielten sich einen oder mehrere Alchemisten, wie es gerade kam. Besonders Kaiser Rudolf II. († 1612) war ein Schutzherr der Adepten. Er hinterließ nach seinem Tode unermeßliche Reichtümer, die er nach dem zu seiner Zeit verbreiteten Glauben mit Hilfe der hermetischen Kunst erworben haben soll. Es war eine unsichere Sache für die Alchemisten, großen Herren zu dienen. Konnten sie nach längerer Arbeit die Wünsche ihrer Herren nicht erfüllen, so wurden sie mit Schande und Spott fortgejagt; glückte es ihnen hingegen, Gold zu machen, so wurden sie gewöhnlich, je nachdem, hingerichtet oder gefoltert. Das erste geschah, wenn sich ihr Gold als falsch erwies, wie es oft der Fall war, wenn umherirrende Abenteurer sich für echte Adepten ausgaben. Sie wurden in einem mit Blattgold überzogenem Gewande an einen vergoldeten eisernen Galgen gehängt. Bestand ihr Gold jedoch die Probe, so suchten die Herren unter Anwendung aller grausamen Mittel das Geheimnis des Steins der Weisen von ihnen zu erpressen. Aber keiner verriet sich. Ein berühmter Adept aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts war Setonius Scotus. Er wurde als ein Besitzer des Steines der Weisen gerühmt, da er Metallverwandlungen mit Glück ausgeführt haben soll, und mußte auch eine lange und harte Gefangenschaft ausstehen. Durch sein Schicksal gewarnt, traten die späteren Adepten, wie Laskaris und andere, nur äußerst vorsichtig mit Fürsten in Verbindung. Maria Theresia ließ einen gewissen Sehfeld gefangen setzen und peitschen, aber er bestach seine Wächter und entfloh. Sogar Friedrich der Große trat als Beschützer der Alchemie auf.

Eine Frau von Pfuel — sie ist nicht die einzige Alchemistin — widmete sich mit ihren beiden Töchtern in Potsdam auf seine Kosten der Kunst des Goldmachens. Ob mit Erfolg, ist nicht bekannt.

Aus dem 18. Jahrhundert, der Zeit des Verfalls der Alchemie, stammen die wunderlichsten Angaben über die Kraft des Steines der Weisen. Während man schon im 13. Jahrhundert glaubte, daß eine kleine Menge desselben eine große Menge Metall umwandeln könnte und annahm, daß z. B. das Quecksilber bei seinem Übergang in Gold zusammenschrumpfte, so behauptete man zu dieser Zeit, daß einige Körnchen des grauen Pulvers einen silbernen Löffel in einen rein goldenen Löffel von größerem Gewicht verwandelten. Das bedeutet doch, daß man glaubte, der Stein der Weisen könne neue Materie aus nichts erzeugen. Auch mit der Wiedererweckung von Pflanzen aus ihrer Asche — der Palingenesis — beschäftigten sich die Alchemisten des 18. Jahrhunderts. Und die Erzeugung des Homunculus wird wohl ab und zu von den Hermetici noch in jener Zeit versucht worden sein. Paracelsus war der Urheber solcher Bestrebungen. Er hielt es für möglich, unter Anwendung chemischer Methoden aus dem Sperma einen kleinen lebendigen Menschen zu erzeugen.

Alchemie und Mystik sind oft Hand in Hand gegangen, wie wir gesehen haben. Schon die Alexandriner gebrauchten geheimnisvolle Formeln und glaubten, daß die Stellung der Sterne auf die Metallverwandlung von Einfluß sei. Und waren die arabischen Gelehrten Materialisten, so finden wir das Mystische in desto stärkerem Maße als früher im Westen. Bei Raymundus Lullus, bei Basilius Valentinus herrscht die innigste Verbindung von religiösen Anschauungen und alchemistischen Theorien. Der eine und andere westländische Gelehrte huldigt wohl einer nüchternen Auffassung. Die Sitte des frühen Mittelalters, Gebete als Zeitmaße zu benutzen, gelangte zu einer gewissen Bedeutung in der Alchemie. Die Vorschrift, irgendeine Substanz sechs Vaterunser lang zu kochen, wurde mit der Zeit so ausgelegt, daß man während der Arbeit Gebete hersagen müsse, und endlich glaubte man, die Gebete seien das Wirksame. Nicht einmal Luther durchschaute die Alchemie. Ohne ihren Mißbrauch zu kennen, schätzte er sie unter anderem wegen des schönen Bildes von der Auferstehung der Toten, das er in der Theorie über die Herstellung des Steines der Weisen fand. Melanchthon dagegen verhielt sich abweisend und sagt, die Alchemie sei betrügerisch und sophistisch. Der Gebrauch alchemistischer Ausdrücke als Bilder für religiöse Dinge erreicht den Höhepunkt bei Jacob Böhme. Bei ihm ist der Stein der Weisen dasselbe wie Bekehrung oder Erlösung, und der grüne Löwe der Alchemie der Löwe aus dem Stamme Juda.

Zu Ende des 18. Jahrhunderts hat die alchemistische Verirrung, einst so mächtig, sich überlebt. Sie hatte die volle Kraft und das Gewicht einer starken Überzeugung besessen, war aber nun zu einer matten Überlieferung und erschöpftem Bemühen geworden. Darum erscheint sie im Lichte des herandämmernden 19. Jahrhunderts als etwas Lächerliches, während sie im mystischen Halbdunkel des Mittelalters Form und Farbe erhielt, die sie zur Romantik erhoben. So stirbt sie schließlich aus Mangel an Nahrung, da der Glaube an eine Zusammengesetztheit der Metalle mit Lavoisier und seiner Zeit gänzlich verschwindet.

„Es ist nach unserem jetzigen wissenschaftlichen Standpunkte nicht anzunehmen," sagt Kopp in seiner diesbezüglichen Darstellung, „daß die Wahrhaftigkeit der Alchemie je dargetan werde, aber ich muß auch gestehen, daß es

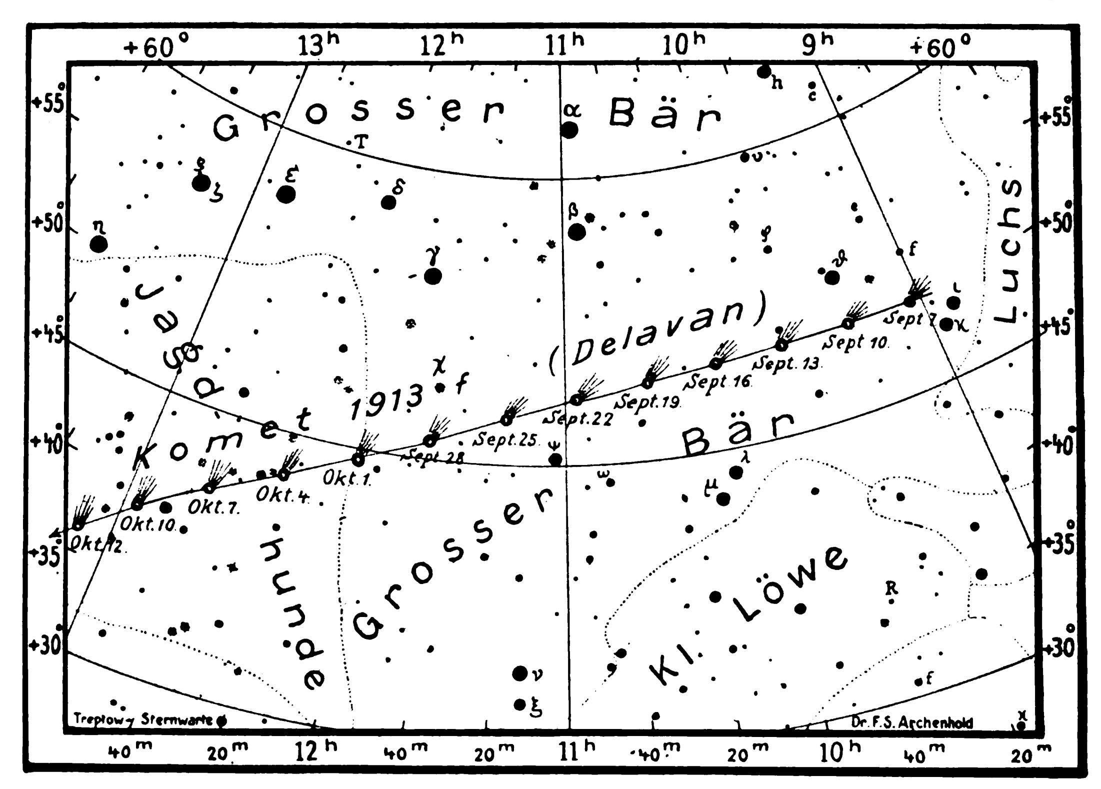
mir bei einigen Transmutationsgeschichten ebenso unbegreiflich bleibt, wie sich Männer von notorisch rechtlichem Charakter, welche keinen Gewinn von einer Betrügerei haben konnten, und auch die, zudem so leichten, Mittel zur Prüfung besaßen und anwenden konnten, betrogen haben oder täuschen lassen wollten — als mir die Metallverwandlung selbst unbegreiflich ist."

Der gestirnte Himmel im Monat September 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Der Komet Delavan (1913 f)

Auf der Sternwarte in La Plata, Hauptstadt der argentinischen Provinz Buenos Aires, hat Delavan am 17. Dezember 1913 einen schwachen Kometen entdeckt, der wie ein schwacher runder Nebel von 11. Gr. aussah. Der Durchmesser betrug nur eine Bogenminute, also gerade so viel wie die Längsachse des Ringnebels in der Leyer. Der Kern des Kometen hatte nur die Helligkeit eines Sternes 13. Gr. und lag ein wenig nach Osten außerhalb der Mitte der runden Gasmasse. Eine Bahnberechnung ergab, daß der Komet erst am 26. Oktober 1914 seine Sonnennähe erreichen wird. Seine Helligkeit



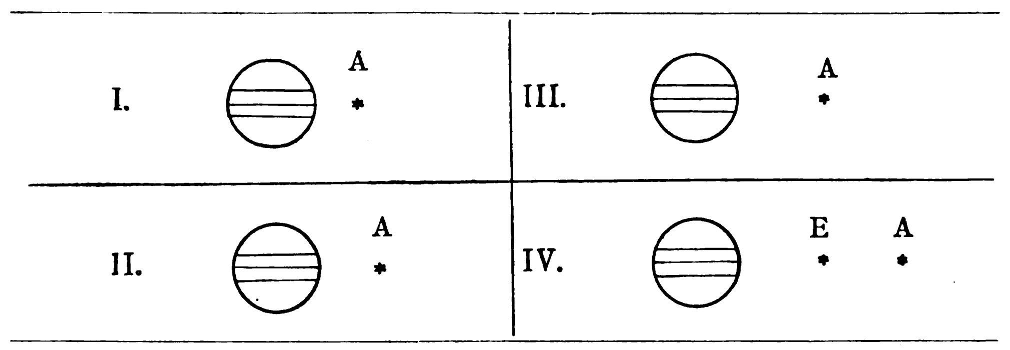
Lauf des Kometen 1913f (Delavan)
vom **7. September** bis **12. Oktober 1914**

nahm nun ständig zu und Ende August war er schon mit dem unbewaffneten Auge zu sehen. Sein Lauf unter den Sternen ist in unsere Karte bis zum 12. Oktober eingetragen. Am 1. Oktober tritt er aus dem Sternbilde des großen Bären in das der Jagdhunde. Am 9. Oktober steht er nahe bei dem hellsten Stern dieses nebelreichen Sternbildes. Jetzt geht er für Berlin nicht auf noch unter; er ist während der ganzen Nacht über dem Horizont zu sehen; am besten gleich nach dem Dunkelwerden in Nord-

Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

September

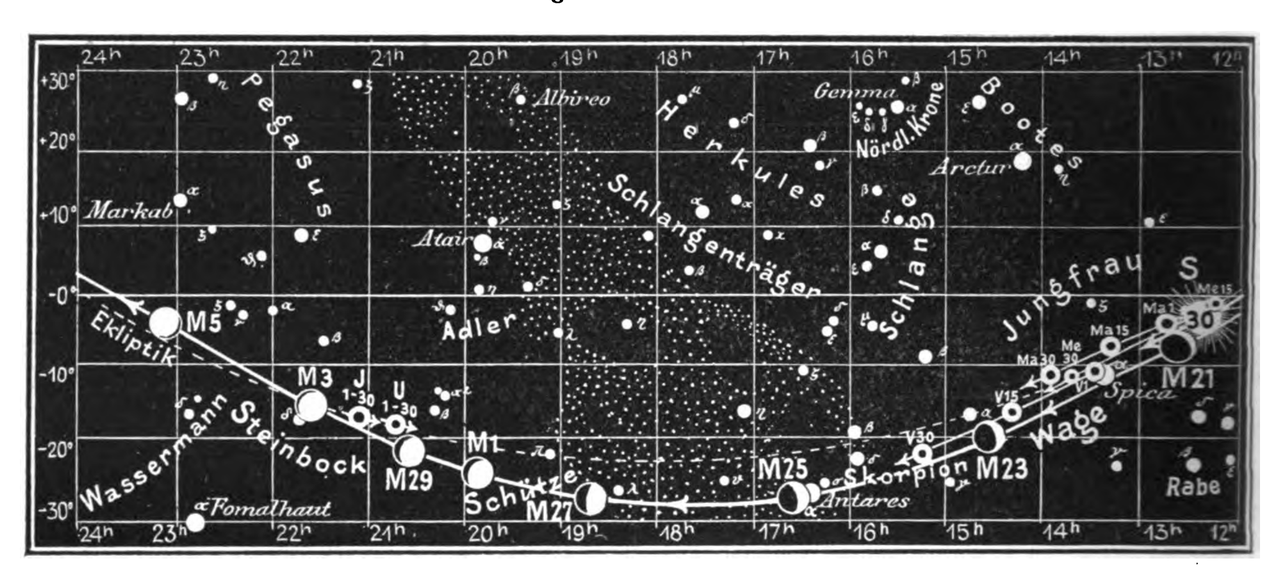
Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr



Stellungen der Trabanten um $9^h\,30^m$ Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1	4 1	○	2 3 2 ●
2	4 3	○	1 2
3	3 4 2 1	○	
4	3 2 4	○	
5	3	○	4 2 1 ●
6	1	○	2 3 4
7	2	○	1 3 4
8	1	○	3 4 2 ●
9	3	○	1 2 4
10	3 2 1	○	4
11	3 2	○	1 4
12	3	○	4 2 1 ●
13	4 1	○	2 3
14	4 2	○	1 3
15	4 1	○	2 3
16	○ 3 4	○	1 2
17	4 3 1 2	○	
18	4 3 2	○	1
19	4 3 1	○	2
20	○ 1 4	○	3 2
21	2	○	4 1 3
22	1 2	○	4 3
23	3	○	1 2 4
24	○ 2 3 1	○	4
25	3 2	○	1 4
26	3 1	○	2 4
27		○	1 3 2 4
28	2	○	4 3 1 ●
29	2 1	○	4 3
30	4	○	3 1 2

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

west und nach 2 Uhr morgens in Südost; um 10 Uhr abends erreicht er im Norden seinen tiefsten Stand. Am 12. Oktober rückt er aus dem Gebiet der Circumpolarsterne; seine Deklination wird kleiner als $37^1/_2$ Grad.

Am 22. Oktober rückt der Komet aus dem Sternbilde der Jagdhunde in das des Bootes, welches er erst am 14. November verläßt. Am 30. Oktober steht er gerade in der Mitte zwischen Arkturus und ε Bootes. Er gehört zu den nicht periodischen Kometen, wird also nie wieder sichtbar werden. Jetzt hat er schon einen 5⁰ langen Schweif. Ich habe eine Reihe photographischer Aufnahmen von ihm gemacht, die im nächsten Heft des Weltalls veröffentlicht werden. Dieser Komet wird in großen Fernrohren voraussichtlich noch bis zum Jahre 1917 sichtbar bleiben, da er dann noch wie ein Stern 15. Gr. leuchtet. Seine Stellungen sind hier für Okt. 10. bis Okt. 21. angegeben.

	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Okt. 10	$12^h\,57^m\,18^s,16$	$+38^0\,39'\,49'',4$	Okt. 16	$28^m\,48^s,99$	$+34^0\,11'\,49'',5$
- 11	13 2 52 ,75	37 56 30 ,4	- 17	33 37 ,87	33 25 45 ,4
- 12	8 19 ,41	37 12 33 ,3	- 18	38 19 ,67	32 39 27 ,6
- 13	13 38 ,22	36 28 2 ,4	- 19	42 54 ,57	31 52 59 ,9
- 14	18 49 ,33	35 43 2 ,0	- 20	47 22 ,77	31 6 25 ,6
- 15	23 52 ,87	34 57 36 ,3	- 21	51 44 ,44	30 19 47 ,7

Diese Kometen-Örter sind den A.-N. Nr. 4756 entnommen und von G. van Biesbroeck und H. Vanderlinden berechnet.

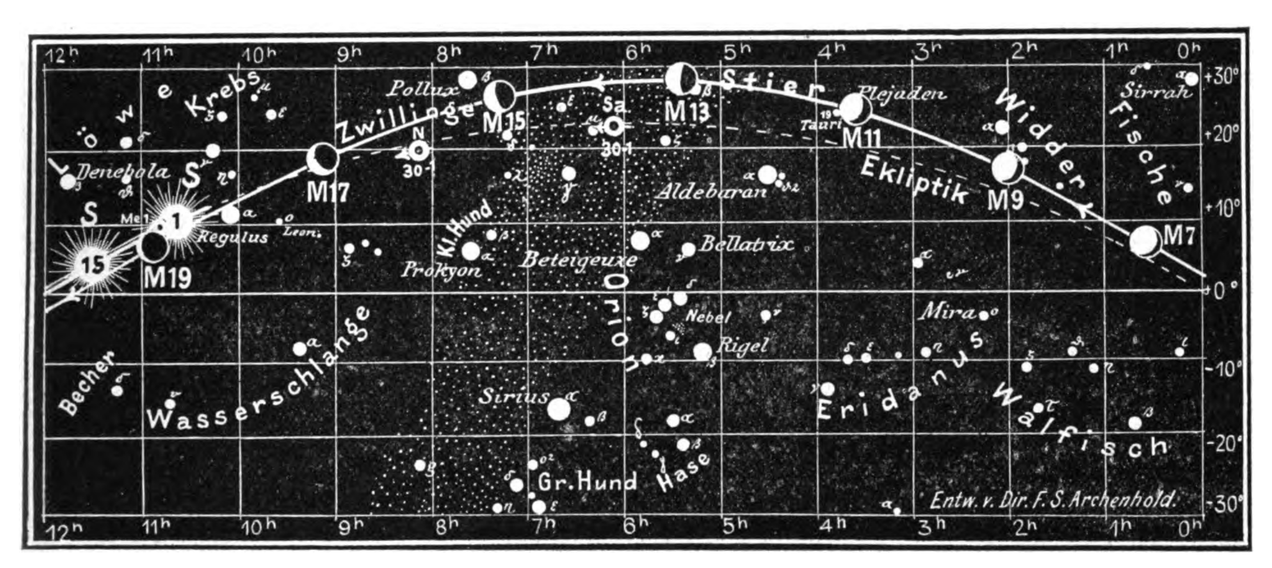
Der Lauf von Sonne und Mond

Die Sonne (Feld $10^1/_2{}^h$ bis $12^1/_2{}^h$) tritt aus dem Zeichen der Jungfrau in das der Wage. Am 23. d. Mts. durchschneidet sie den Aequator, die Tage werden kürzer als die Nächte. Ihre Mittagshöhe nimmt im Monat September um 11⁰ ab, was wir aus folgender Tabelle ersehen können.

Sonne	Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
September 1	+ 8⁰ 31′	$5^h\,17^m$	$6^h\,54^m$	46⁰
- 15	+ 3⁰ 16′	$5^h\,40^m$	$6^h\,22^m$	$40^3/_4{}^0$
- 30	— 2⁰ 34′	$6^h\,6^m$	$5^h\,46^m$	35⁰

für den Monat September 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 30. September von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf die Daten:

Vollmond:	Septbr. 4	3^h nachm.	Neumond:	Septbr. 19	$10^1/_2{}^h$ abends
Letztes Viertel:	- 12	7^h abends	Erstes Viertel:	- 26	1^h nachm.

Im Monat September ist nur eine Sternbedeckung für Berlin zu beobachten.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Sept. 10	19 Tauri	4,4	$3^h\ 40^m$	$+24^0\ 12'$	$12^h\ 27^m,5$ nachts	94^0	$1^h\ 29^m$	220^0	Mond in Meridian $4^h\ 34^m$ nachts

Die Planeten

Merkur (Feld $10^3/_4{}^h$ bis $13^3/_4{}^h$) ist während des ganzen Monats unsichtbar. Seine Entfernung nimmt von 205 auf 184 Millionen km ab. Sein Durchmesser beträgt am 1. Oktober 5″,4.

Venus (Feld $13^1/_2{}^h$ bis $15^1/_4{}^h$) ist während des ganzen Monats $^1/_2$ Stunde lang als Abendstern zu sehen. Sie wandert von dem Sternbilde der Jungfrau in das der Wage. Ihr Durchmesser nimmt von 20″,8 auf 29″,0 zu und ihre Entfernung von 120 auf 87 Millionen km ab.

Mars (Feld $12^3/_4{}^h$ bis 14^h) ist während des ganzen Monats unsichtbar.

Jupiter (Feld 21^h) geht jetzt immer früher unter, sodaß die Dauer der Sichtbarkeit bis auf 6 Stunden abnimmt; er ist zuletzt nur bis 1 Uhr nachts zu sehen. Seine Entfernung beträgt Ende des Monats 655 Millionen km und der Durchmesser 41″,6. Die Stellungen der Jupitersmonde sind auf Seite 337 wiedergegeben. Auf den Aequatorialstreifen zeigen sich lebhafte Ausbruchsvorgänge.

Saturn (Feld 6^h) steht im Sternbilde der Zwillinge und geht Anfang Oktober bereits um $^1/_2$10 Uhr auf und bleibt $7^1/_2$ Stunden lang sichtbar, sodaß er vor Sonnenaufgang

sehr hoch am Himmel steht. Seine Entfernung beträgt Anfang Oktober 1320 km und sein Durchmesser 17",3.

Uranus (Feld $20^3/_4{}^h$), welcher neben dem Jupiter steht, zeigt dieselben Sichtbarkeitsverhältnisse wie dieser, zu seiner Beobachtung ist jedoch ein Fernrohr nötig.

Neptun (Feld $8^1/_4{}^h$) ist Ende des Monats wieder günstig zu beobachten. Er nähert sich der Erde und steht Anfang Oktober 4540 Millionen km von uns entfernt.

Bemerkenswerte Konstellationen:

September	2	mittags	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	13	6^h nachm.	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	18	10^h morgens	Venus in größter östlicher Abweichung 46° 27'
-	21	5^h morgens	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	21	11^h abends	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	23	7^h morgens	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	29	2^h nachm.	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde

Kleine Mitteilungen

Merkursdurchgang. Am 7. November findet ein Vorübergang des Merkur vor der Sonnenscheibe statt. Bei dem verhältnismäßig geringen Abstand des Planeten von der Sonne und dem entsprechend schnellen Umlauf von 88 Tagen könnte es scheinen, daß solche Merkursdurchgänge öfter zu erwarten wären, als sie in der Tat, nämlich durchschnittlich sechs im Zeitraum von 46 Jahren, stattfinden. Es ist dabei aber zu bedenken, daß der Eintritt dieser Erscheinung zur Voraussetzung hat, daß Erde, Merkur und Sonne gleichzeitig nahezu auf einer geraden Linie stehen, oder mit anderen Worten, daß Merkur zur Zeit seiner unteren Konjunktion sich in der Ekliptik befindet. Nun ist aber die Bahn des Merkur in einem Winkel von 7° gegen die Ekliptik geneigt, der Planet kann also nur in der Nähe eines seiner Knotenpunkte, der Durchschnittspunkte seiner Bahn mit der Ekliptik, von der Erde aus vor der Sonnenscheibe gesehen werden. Das heißt, die Sonne muß zur Zeit der unteren Konjunktion des Planeten in der Nähe eines dieser beiden Knotenpunkte stehen, damit der Durchgang zustande kommen kann. Sie kommt nur zweimal im Jahre in eine dieser Bedingung entsprechende Stellung, nämlich in den Tagen um den 7. Mai und den 9. November herum. Demgemäß haben die letzten sechs Vorübergänge des Planeten zu folgenden Zeiten stattgefunden:

5. November 1868,	10. Mai 1891,
6. Mai 1878,	10. November 1894,
8. November 1881,	14. November 1907.

Wenn man nun bedenkt, daß der Planet in 46 julianischen Jahren und 1 Tage fast genau 145 synodische Umläufe ausführt, d. h. solche Umläufe, in denen er, von der Erde aus gesehen, wieder dieselbe Stellung zur Sonne einnimmt, so könnte man hiernach durch einfache Weiterzählung für längere Zeit den Eintritt der Merkursdurchgänge mit großer Sicherheit im voraus berechnen, wenn der Planet nicht doch wegen des eintägigen Überschusses über die vollen Jahre allmählich bei Wiederholung des Kreislaufes der Perioden die Grenze überschreiten würde, wo noch ein Durchgang möglich ist.

Der bevorstehende Merkursdurchgang wird in der westlichen Hälfte Asiens, in Europa, Afrika, Südamerika, der östlichen Hälfte Nordamerikas und in den südlichen Polargegenden sichtbar sein. Besonders günstig gestaltet sich die Beobachtung für unsere Gegenden, wo er in die Mittagsstunden fällt. Bei der kleinen Parallaxe des Merkur ergeben sich für die Eintrittszeiten der Erscheinungen innerhalb Deutschlands nur sehr geringe Unterschiede. Nach mitteleuropäischer Zeit finden der Eintritt des Planeten in die Sonnenscheibe und dessen Austritt statt:

	Eintritt	Austritt
in Königsberg i. Pr.	$10^h\ 51^m\ 46^s$ vorm.	$3^h\ 2^m\ 32^s$ nachm.
- Breslau	10 51 46 -	3 2 31 -
- Straßburg i. E. . .	10 51 47 -	3 2 33 -
- Wilhelmshaven . .	10 51 48 -	3 2 35 -



Denkt man sich die Sonnenscheibe wie ein Zifferblatt der Uhr mit Minutenteilstrichen, bezeichnet die 60 im Nordpunkt, so findet der Eintritt bei 34, der Austritt zwischen 17 und 18 Minuten statt.

Mit bloßem Auge läßt sich die Erscheinung wegen des kleinen Durchmessers des Merkur nicht beobachten. Am besten entwirft man in einem verdunkelten Raume durch ein kleines Fernrohr mit nach der Sonne gerichtetem Objektiv auf einem weißen Schirm hinter dem Okular ein vergrößertes Bild der Sonnenscheibe, wobei man die seitlich vom Fernrohr vorübergehenden Sonnenstrahlen möglichst abblendet. Zu beachten ist dabei, daß bei Benutzung eines terrestrischen Fernrohrs das von vorn gesehene Sonnenbild auf dem Schirm derartig umgekehrt erscheint, daß der Nord- und Südpunkt mit einander vertauscht sind, während bei dem durch ein astronomisches Fernrohr entworfenen Bilde wohl Nord- und Südpunkt an der richtigen Stelle stehen, dagegen Ost- und Westpunkt vertauscht erscheinen. Die Richtung, in der die wachsenden Minutenzahlen auf einander folgen, ist also in beiden Fällen der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzt, nur mit dem Unterschiede, daß im ersten Falle die Zählung unten, im letzten oben beginnt.

Eine glänzende Meteorerscheinung ist im Gebiete des Bodensees am 19. Juli beobachtet worden. Einer unserer Leser sendet uns einen Zeitungsbericht ein, dem wir folgendes entnehmen: „Die Meteorerscheinung, die am Sonntag abend einer unserer Leser in Weingarten wahrnahm, ist auch an anderen Orten beobachtet worden. In Friedrichshafen z. B. äußerte sie sich ebenfalls als eine auffallende, seltene Lichterscheinung. Plötzlich wurde es taghell, ein bläulicher Schimmer leitete die Blicke der Nachtpassanten gegen den Himmel und eine große leuchtende Kugel mit wohl 3 m langem Schweif zeigte sich den erstaunten, bewundernden Blicken der Zuschauer. Unter donnerähnlichem Knall verschwand die prachtvolle Lichterscheinung nach Südosten.

Von einem Augenzeugen wird uns noch aus Friedrichshafen geschrieben: Am Sonntag abend 11 Uhr $5^1/_2$ Minuten bemerkte man am südwestlichen Nachthimmel ein vereinzelt aufgetretenes Feuermeteor von ganz besonderer Helligkeit. Es zersprang am Ende seiner scheinbaren Bahn über dem See unter Funkensprühen in rot. gelb, weiß und golden, worauf sich etwa 1 Minute später ein donnerdes Geräusch bemerkbar machte.

Besonders schön wurde die Erscheinung in der Ostschweiz beobachtet. Sie trat nach verschiedenen Augenzeugen zwischen 11,07 und 11,15 Uhr auf und dauerte nur einige Sekunden. Aus Zürich, Altendorf (Schwyz), Brunnen, Zollikon u. a. Orten liegen Nachrichten über das Meteor vor. Die Detonation erfolgte einige Minuten nach Niedergang und war so stark, daß teilweise die Fensterscheiben erzitterten und die Berge ein lautes Echo gaben. In Zollikon schien die Leuchtkugel vom Zenith des Himmels senkrecht zur Erde zu schweben. Die Uhr zeigte 11,08 Uhr, 3 Minuten danach wurde ein starkes, dumpfes Geräusch vernommen. Auch im Unterland, z. B. in Heilbronn wurde das Meteor in prächtiger Größe beobachtet."

Die Angabe „3 m langer Schweif" dürfte nach dem alten Rezept aufzufassen sein: „Der Mond ist so groß wie ein Suppenteller". Danach würden „3 m" zu rechnen sein wie 12 bis 14 Vollmondsbreiten. — Vielleicht können auch andere Leser genauere Angaben über die Erscheinung einsenden.

Das Problem der Quellen der Sonnenwärme ist neuerdings Gegenstand kritischer Betrachtungen durch A. Véronnet in den Comptes Rendus (158, 1649) gewesen. Aus den Darlegungen sei folgendes herausgehoben: 1. Die durch die chemischen Prozesse frei werdende Wärme in der ganzen Sonnenmasse würde höchstens eine für 2000 Jahre ausreichende Wärmemenge liefern. 2. Um die gegenwärtige Sonnenstrahlung unverändert erhalten zu können, müsse man zwei Gramm Radium in jeder Tonne der Sonnensubstanz annehmen, erhielte aber auch dadurch nur eine für 2000 Jahre reichende Wärmequelle. Zudem müßte man annehmen, daß die ganze Sonnenmasse aus Uranium bestände, woraus sich stets eine genügende Menge Radium bilden könne. Eine Berechnung des durch die Alpha-Strahlen des Radiums erzeugten Heliums in der Sonnenatmosphäre führt gleichfalls zu einem Widerspruch zwischen der erforderlichen Menge des Radiums und der beobachteten Menge des Heliums. 3. Zur Meteoritenhypothese bemerkt Véronnet, daß die der beobachteten Verkürzung der Jahreslänge um 0,53 Sekunden in jedem Jahrhundert entsprechende Zunahme der Sonnenmasse nur den 400. Teil der erforderlichen Wärme liefern würde. Véronnet hält die Helmholtzsche Anschauung von dem Ursprung der Sonnenwärme aus der Zusammenziehung des Sonnenkörpers noch immer als die beste Erklärung. Es ist bekannt, daß diese Wärmequelle die Strahlung für 20 Millionen Jahre decken würde, wenn sie der jetzigen gleich bliebe. Die entgegenstehenden Ansichten der Geologen, die für das Alter der Erde mindestens 200 Millionen Jahre fordern, hält er nicht für ausschlaggebend. Er meint, daß wenn die Zusammenziehung in

einer zehnmal kürzeren Zeit vor sich ginge, dann auch die Erosion in zehnfach verstärkter Weise wirksam gewesen sein würde.

Berliner Regenfall und Sonnenflecken. Die Prüfung der Berliner meteorologischen Statistik auf die Brücknerschen Klimaschwankungen hat ergeben, daß sich eine derartige 35 jährige Periode für Berlin nicht nachweisen läßt Auch andere meteorologische Stationen verleugnen diese Periode, wohl deshalb, weil namentlich in großen Städten die lokalen Eigentümlichkeiten das Klima wesentlich modifizieren. — Bei der Prüfung der Zahlen hat sich jedoch ergeben, daß zwischen der Sonnentätigkeit und den Niederschlagsmengen ein überraschender Parallelismus vorhanden ist. Der Niederschlag ist in den Jahren der Fleckenmaxima am größten; man kann in den Zahlen der Niederschläge die Sonnenfleckenperioden nachweisen. Die Schwankungen vom Ende der vierziger Jahre bis in die letzte Zeit betragen nicht weniger als 40 bis 45 mm Niederschlagshöhe, d. h. rund 7 % der normalen Jahresmenge (Meteorologische Zeitschrift 1914 Heft 5 S. 242 f.). Es ist bemerkenswert, daß dieser Zusammenhang so lange unbekannt blieb. Schuld daran ist die ewige Mittelbildung über viele Jahre hinaus, die naturgemäß die Einzelheiten garnicht klar heraustreten lassen.

Die Gestalt fallender Regentropfen. Man pflegt anzunehmen, daß fallende Flüssigkeitstropfen, also auch Regentropfen, Kugelgestalt annehmen. Lenard hat durch photographische Momentaufnahmen bei Nacht schon im Jahre 1887 nachgewiesen, daß die Regentropfen oben alle flacher sind als unten, ja daß sie nach unten zu meist zugespitzt sind. Er beobachtete später, daß anfängliche Kugeln in der senkrechten Richtung eine Abflachung zeigten, die sich sowohl durch die Reibung an der umgebenden Luft wie auch durch Wirbeln der Flüssigkeit im Tropfen erklärt. Alles das ist durch neue Beobachtungen Wilhelm Schmidts an der Wiener Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ergänzt und verfolgt worden, worüber der Genannte in der „Meteorologischen Zeitschrift“ 1913 H. 9 S 456 fg. berichtet.

„Scheint die Sonne auf fallende Regentropfen, so sieht man diese — wie man am besten vor dunklem Hintergrund in den Partien unter der Sonne beobachten kann — nur auf bestimmten Strecken ihrer Bahn aufblitzen. Erklärt wird dieses durch Reflexionsbilder, vorwiegend an der Innenseite der Tropfenrückwand, welche nur in bestimmten Richtungen am hellsten erscheinen. In gerade diesen Richtungen müßte — so sollte man meinen — der Glanz sich bei allen fallenden Tropfen zeigen, man hätte demnach einen hellen Streifen (Kreis) um die Sonne als Mittelpunkt zu erwarten. In Wirklichkeit kommt es aber nicht zu dieser Erscheinung, vielmehr leuchtet der eine Tropfen weiter oben auf, der andere weiter unten, von einander ziemlich unabhängig. Daraus ist nun nicht blos zu folgern, daß die weitaus überwiegende Anzahl der Tropfen keine Kugelgestalt besitzt, sondern daß ihre Formen auch nicht geometrisch ähnlich sind; sonst müßte immer noch der helle Streif erscheinen, wenn auch nicht gerade im Kreis gebogen.“

Es ist kein Wunder, daß diese dynamischen Einflüsse nicht blos starre Tropfenformen hervorrufen, sondern bewegte. Der Luftreibung und den Wirbelungen wirkt ja die Oberflächenspannung der Tropfen entgegen. Infolgedessen erscheinen die Tropfen in um eine Mittellage schwankenden Formen, meist in um die Kugelgestalt als Mittellage schwingenden Rotationsellipsoiden. Bei dieser Form kann nach Lenard statt der gewöhnlichen Reflexion totale eintreten und dann ergibt sich eine ganz besonders große Helligkeit des gespiegelten Lichtes. Wenn der Tropfen seine stärkste Abplattung erreicht hat, würde er besonders stark glänzen, also periodisch zu hellem Leuchten gelangen und wieder zurücktreten. Die Schwingungsdauer ist für die verschieden großen Tropfen verschieden lang; man kann sie leicht ausrechnen und erhält dann für

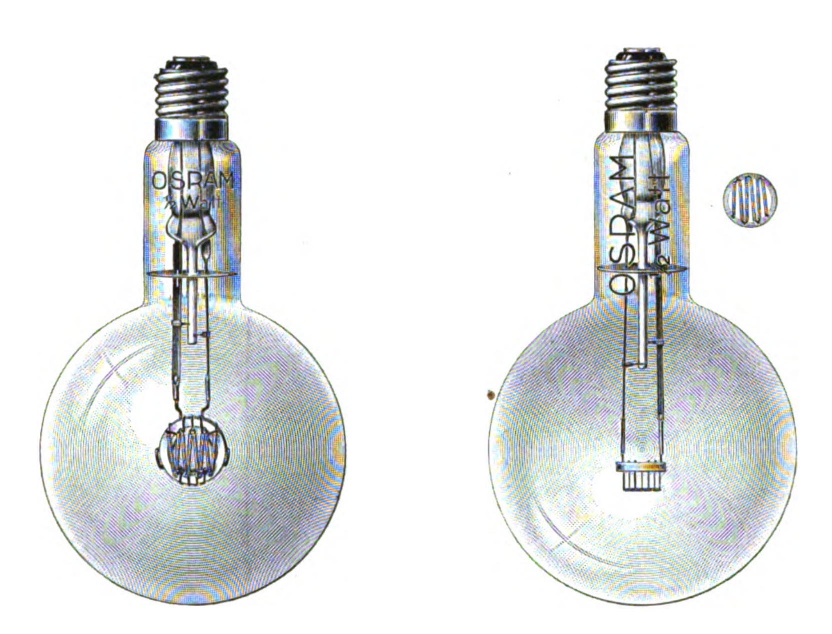
	30	10	1	0,1	0,01	mg
schwere Tropfen als Schwingungsdauer						
	0,022	0,013	0,004	0,001	0,0004	Sekunden.
Die Fallgeschwindigkeit dieser Tropfen betragen						
	760	660	450	265	120	cm in der Sekunde,
sodaß sie in Abständen von						
	16,6	8,3	1,8	0,4	0,05	cm

zum Aufleuchten kämen. Die von Schmidt in der Natur beobachteten Schwankungen schienen in größerer Amplitude zu erfolgen, als die Rechnung ergibt. Allerdings muß man bedenken, daß genaue Beobachtungen schwierig sind, weil man sie nur zufällig, unter günstigen Umständen, anstellen kann. Vor allen Dingen gibt es noch keine Photographien dieser Erscheinungen. Es wäre daher erwünscht, daß sich jeder an der Beobachtung dieses Phänomens beteiligte und seine Erfahrungen mitteilte.

L

Eine gute neue Projektionsglühlampe. Während man für sehr große Projektionsapparate in der elektrischen Bogenlampe eine für alle Fälle ausreichende Lichtquelle besitzt, bei der man auch die Nachteile der Bogenlampe gern in Kauf nimmt, ist das für mittlere und kleine Apparate nicht der Fall. Das Arbeiten mit dem Kalklicht gehört selbst bei den erprobtesten Konstruktionen keineswegs zu den Freuden und wo es geht, bedient man sich des elektrischen Bogenlichts. Aber gerade die kleineren Bogenlichter zeigen die Nachteile des elektrischen Lichtbogens sehr stark, das Flackern und Wandern des Lichtbogens und ein schnelles unregelmäßiges Abbrennen und Abbrechen der Kohlen. Es ist ferner sehr unangenehm, während des Projizierens von völligem Abbrand überrascht zu werden, weil es immer einige Zeit dauert, bis der Brenner und die Kohlen abgekühlt und zur Aufnahme neuer Kohlenstifte bereit sind. Sodann aber muß man erst anfangen, neu zu zentrieren und einzustellen. Flackern und Wandern bringt immer ungleichmäßige Bildfeldbeleuchtungen und oft häßliche dunkle Flecken hervor. Schließlich ist es für kleinere Veranstaltungen fast unmöglich, zugleich zu projizieren und zu sprechen, weil man ja ständig mit der Regulierung der Projektionslampe zu tun hat.

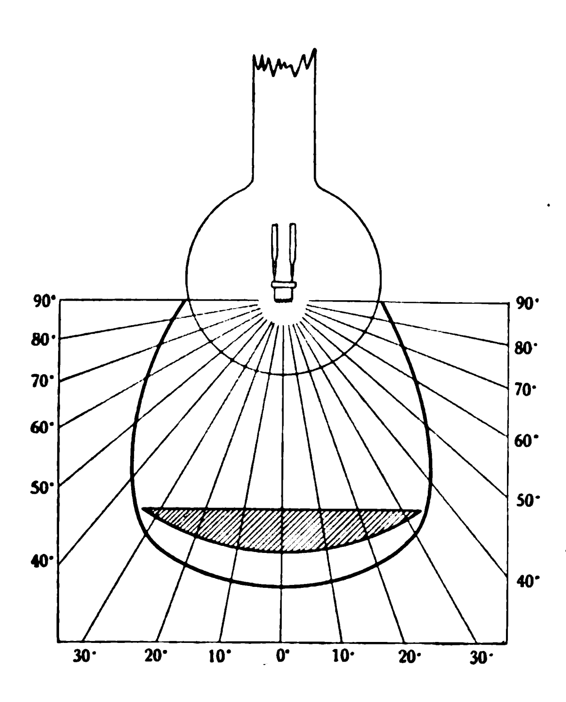
Aus allen diesen Gründen hat man seit langem versucht, die Glühlampe zum Projizieren zu benutzen. Das stößt jedoch auf mehrfache Schwierigkeiten. Der Faden selbst der Metalldrahtlampe ist zu fein, als daß er eine für Projektionszwecke genügende Flächenhelligkeit ausstrahlen könnte. Nun hat sich seit einiger Zeit die Glühlampe in Form der sogenannten Halbwattlampe ein neues Gebiet erobert, da diese Lampe sogar mit der Bogenlampe konkurrieren kann. Die Halbwattlampe



besitzt einen zu einer feinen Spirale aufgerollten Metalldrahtfaden, der in einer Füllung aus indifferentem Wärme schlecht leitendem Gase glüht. Er verträgt in dieser Anordnung eine Erhitzung, die ihm zu einem weißglänzenden Lichte verhilft, das dem Tageslichte sehr ähnlich ist. Die Verwendung der Halbwattlampen zur Raumerleuchtung jedoch machten auch die gewöhnlichen Lampenanordnungen noch nicht sonderlich zu Projektionszwecken geeignet. Denn die Drahtspiralen wurden wie bei der gewöhnlichen Metallfadenlampe auf der Oberfläche eines gedachten Zylinders angeordnet, die das Licht nach allen Seiten ausstrahlen lassen. Eine Projektionslampe aber muß möglichst konzentriertes Licht besitzen, muß also für ihren Zweck speziell konstruiert sein.

Eine solche Konstruktion hat neuerdings die Auergesellschaft in Berlin auf den Markt gebracht. Bei dieser „Osram-Halbwatt-Projektionslampe" sind die leuchtenden Drahtspiralen in einer Ebene angeordnet, sodaß ihr Licht wesentlich senkrecht zu dieser Ebene ausgestrahlt und somit ganz für die Projektion verfügbar wird. Die Spiralen stehen, wie unsere Bilder 1 und 2 zeigen, äußerst gedrängt, sodaß sich als Lichtquelle eine fast gleichmäßig leuchtende kleine Fläche ergibt, viel gleichmäßiger als bei einem leuchtenden Kohlenstiftkrater, dessen Helligkeit wegen des Wanderns des Lichtbogens sich noch dazu fortwährend ändert. Eine 500 Watt-Lampe, für die die Auergesellschaft

die ungefähre Kerzenstärke 1250 HK angibt, entspricht dem Lichte einer Gleichstrombogenlampe von 10 Ampères. Diese günstige Lichtausbeute ist der Anordnung des Leuchtkörpers, der lichtaussendenden Spiralen, zu verdanken. Die Form des Leuchtkörpers ergibt nämlich eine Lichtausstrahlungskurve (3. Bild), die ihre Höchstwerte gerade innerhalb des Winkels hat, der bei dem vorliegenden Versuch auch die Kondensor-Linse begrenzt. Haben die Sammellinsen größere Brennweiten als etwa 10 bis 11 cm, so kann man sich durch Vorschalten einer Meniskuslinse leicht helfen.



Neben den genannten Vorteilen ist besonders der zu beachten, daß die Osram-Projektionslampen sowohl für Gleich- wie für Wechselstrom verwendbar und daß sie in jedem Augenblick betriebsbereit sind. Hat man einmal ihre Stellung in dem Projektionsapparate bestimmt, so braucht man sie nie mehr auszuprobieren.

Die Osram - Halbwatt - Projektionslampe ist namentlich für mittlere und mittelgroße Apparate mit Vorteil zu verwenden; für kleine ist die kleinste Type schon reichlich stark: 600 Kerzen. Im Ganzen werden bisher vier Größen hergestellt, über die die folgende kleine Tabelle Auskunft gibt.

Watt	Kerzenstärke	Durchmesser mm	Länge mm	Preis einschl. Steuer
300	600	120	275	20,55 M.
500	1 250	120	275	25,10 -
1 000	2 500	150	310	38,35 -
1 500	4 000	170	330	51,60 -

Die Lampen werden für Spannungen von 50 bis 130 Volt geliefert, und zwar für hohe oder für lange Apparate. Da es für die meisten Interessenten von Wert ist, über den Preis orientiert zu sein, haben wir diesen gleich beigeschrieben. Die Lampen haben sämtlich „Goliath-Gewinde“. Gemäß der starken Steigerung der Lichtstärke bei Ueberspannung kann man auch die Helligkeit der vorliegenden Lampe stark erhöhen, wenn man die Spannung steigert. Einer Spannungssteigerung um 10 % entspricht ein Helligkeitszuwachs um 40 %. Allerdings verkürzt sich dadurch die Lebensdauer der Lampe etwas, doch kommt das bei solchen Lampen weniger in Betracht. F. L.

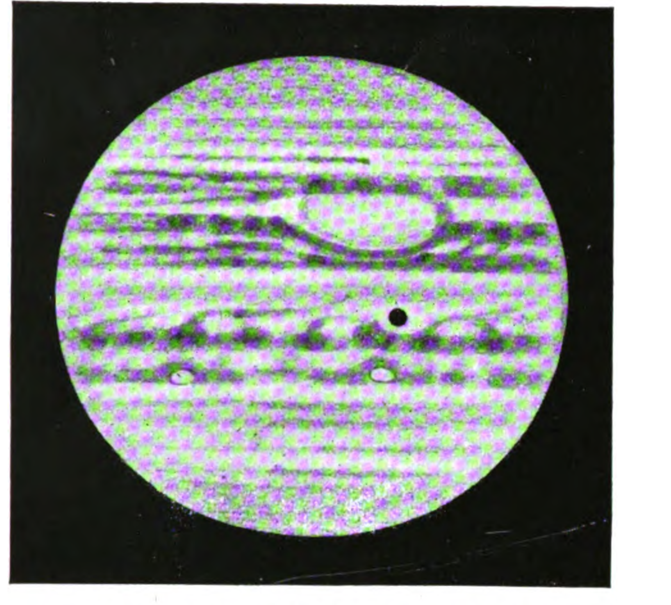
Personalien

Am 1. Juli zog sich Prof. **Burnham**, der bekannte Doppelsternbeobachter, von seiner Stellung als Beobachter am Yerkes-Observatorium zurück. Burnham hat mit dem großen Refraktor der Licksternwarte, teils mit anderen Instrumenten über 1300 Doppelsterne entdeckt. Ferner enthält sein „General Catalogue of Double Stars“ alle bis 1906 bekannten Doppelsterne bis — 31° Deklination (13665 Nummern) nebst Angaben über die Bewegungen, die Beobachtungen und den wahrscheinlichen Charakter der Systeme. Die elliptische Bewegung konnte er aber nur bei etwas über 300 derselben feststellen. Durch die gemeinschaftliche Eigenbewegung erkannte er etwa 600 als physisch zusammengehörend. Von 90 seiner Sterne sind bisher Bahnen berechnet worden, die aber ziemlich unsicher sind, weil die Umlaufszeiten meistens über 150 Jahre betragen. Burnham war auch einer der ersten, der die Veränderlichkeit des Nebels (N. G. C. 1555) in der Nähe des Veränderlichen T. Tauri bemerkt hat. E.

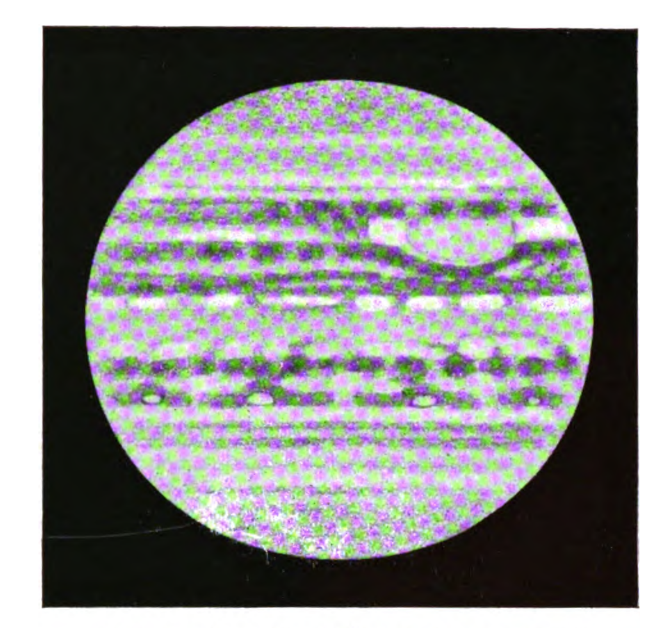
Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., 1/2 Seite 45.—, 1/4 Seite 25.—, 1/8 Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete **„DAS WELTALL“**, Jahrg. 14, Heft 23/24.
(Zu Fauth: „Jupiter im neuen Gewande.“)



27. Juni 1914, $15^{h}\ 45^{m}$ (Länge 198°,5)



3. September 1914, $10^{h}\ 54^{m}$ (Länge 169°,4)

Jupiter, gezeichnet von Fauth

INHALT

Jupiter im neuen Gewande

Von Ph. Fauth

(Mit einer Beilage)

Astronomischen Liebhabern, auch wenn sie nicht im Besitze größerer Beobachtungsmittel sind, ist nicht unbekannt, daß Jupiter ein wechselvolles Bild seiner Oberfläche darbietet. Nicht bloß zeigt seine rasche Umdrehung von nur 9,93 Stunden an einem einzigen Abende schon recht merkliche Unterschiede im Gesamteindrucke seines Äußeren, die Einteilung der bekannten Streifung wechselt auch von Jahr zu Jahr, wenigstens in Breite oder Tönung. Kann man gar mit einem lichtstarken Fernrohre auch die kleinen Züge erkennen, sozusagen die Geographie Jupiters, die hier Zenographie wäre, bis ins Kleine studieren, dann findet man überhaupt als das Hauptkennzeichen des Planeten die ununterbrochene Änderung.

In einem kleineren Fernrohre wird man zwar immer wenigstens den breiten südlichen Gürtel Jupiters vorherrschend finden. Heuer macht auch der Nordgürtel genähert den gleichen Eindruck; vor zwei Jahren aber hätte man vergeblich nach ihm gesucht, da er nur mit starken Rohren als blasses Streifchen gesehen wurde. Diese Gürtel haben parallel zum Äquator und in strenger Begrenzung freilich noch Seitenstücke gegen N und S. Diese sind jedoch mit einer Ausnahme (S) weder in Ausdehnung noch in Färbung augenfällig oder immer sichtbar. Es gibt darunter solche von äußerster Feinheit, zu deren Entdeckung nur ein geschultes Auge befähigt bleibt.

Innerhalb der Gürtel und naturgemäß in beschränktem Maße auch in den übrigen Bändern Jupiters finden sich wolkige Verdichtungen von meistens geringer Zahl vor, so daß man sie einzeln durch viele Rotationen im Auge behalten kann. Ihnen wohnt fast durchweg eine Bewegung inne, als wollten sie der Umdrehung der gesamten Kugel vorauseilen. Diese „direkte Bewegung" ist im allgemeinen in den äquatorialen Gegenden am besten ausgeprägt und nimmt polwärts ab, ist also ganz ähnlich wie bei der Sonne gefunden worden; allein innerhalb derselben Zone kommen Unregelmäßigkeiten vor, die sogar bis zu Verzögerungen („retrograder Bewegung") ausarten können. So gab es 1913 im südlichen Hauptgürtel zwei dunkle Stellen, welche das einzigartige Schauspiel einer starken Rückwärtsbewegung innerhalb lauter Beschleunigungen aufwiesen.

Solcherlei bestimmte und an das Objekt geknüpfte Bewegungen aufzufinden und nach Art und Maß festzustellen, wäre von jeher wohl das Ziel



einer richtigen Jupiterforschung gewesen — wenn man den enge begrenzten Stellen mit solcher Eigenbewegung hätte Beachtung schenken lernen; man ist erst seit einem Vierteljahrhundert dahinter her. Wenn früher hie und da ein Fleck von auffälliger Weiße oder Dunkelheit zur längeren Verfolgung reizte, so belaufen sich die „Details" dieser Art, die beständige Überwachung heischen, heute mindestens auf Dutzende, und damit ist die Jupiterbeobachtung für den Spezialisten so umfangreich und wichtig geworden, daß sie seine ganze Zeit in Anspruch nimmt und die Herstellung einer großen Zahl von Abbildungen veranlaßt.

Obwohl auch 1914 der Planet noch ziemlich tief kulminiert — 1913 erreichte er überhaupt nur die Höhe der Dezembersonne — konnten in Landstuhl dennoch, dank der Anwendung besonderer Mittel und eines 16zölligen Objektivs, Eigentümlichkeiten von größter Feinheit und überraschender Form entdeckt werden. Daneben erwies sich der Planet zu Zeiten so vielgestreift wie nie zuvor. Mehrfach sah man einfach gewesene Bänder verdoppelt, sodaß gelegentlich 21 dunkle Streifen sich von 20 helleren bis weißlichen Zonen aufs deutlichste abhoben — fast alle so gekennzeichnet, daß eine Täuschung ausgeschlossen war.

Bisher unbeobachtet sind wohl zwei feine Linien, deren eine die südtropische Zone durchschnitt, deren andere als N-N-Arktisches Band zu bezeichnen wäre; beide können nur als Linien dargestellt werden. Nach Natur und Aussehen völlig neu für mich sind aber ovale weiße Fleckchen in der N-Hälfte des Nordgürtels, aussehend wie Eier, von dunkler Materie umsäumt und mit recht merklicher Eigenbewegung begabt. Etwas ähnliches findet sich in der ganzen Jupiterliteratur nicht. Wir haben also hier eine ganz besondere Form der Kräfteäußerungen des Planeten vor uns, deren Entdeckung zur Wachsamkeit mahnt.[1])

Die beigegebenen Zeichnungen lassen von den feinsten Linien nur die südliche erkennen, die ovalen Fleckchen dagegen sind deutlich zu sehen. Beide Abbildungen enthalten auch die heute sogenannte „Bucht" mit dem ovalen ehemals roten großen Fleck. Die sonst fast rein weiße Zone zu seinen beiden Seiten ist westlich vom nachfolgenden Ende des sogenannten „Schleiers" erfüllt, wenigstens auf dem Bilde vom 3. September; im Juni sah man dieses Ende noch östlich des großen roten Fleckes, von wo seine graugelbe Masse hauptsächlich südlich um das Oval herumgeflossen ist. So hat dieses Ende in 68 Tagen rund 40 jovizentrische Längengrade Weg zurückgelegt. Man sieht, daß die Bänder mancherlei Einzelheiten aufweisen, die sämtlich nach ihrer Lage überwacht werden, und daß auch manche Streifen Unterbrechungen besitzen. Was man aber nicht sieht, weil die Reproduktion zu kostspielig wäre, das sind die reinen und starken Farben, in denen die Hauptbänder leuchten: Braun, braunrot, rotgelb, rostgelb bis fast weiß; diese machen das beständige Studium des Planeten noch reizvoller. Der tiefschwarze Kreis auf der ersten Zeichnung ist der Schatten des zweiten Jupitermondes. Er selbst ist erst 45 Minuten später am rechten Bildrande sichtbar geworden.

---

[1]) Solche weißen eiförmigen schwarzumsäumten Gebilde sind früher bereits beobachtet worden. Geheimrat Lohse hat Flecken dieser Art mehrfach gesehen und gezeichnet (vergl.: Seine Untersuchungen über die physische Beschaffenheit des Planeten Jupiter, Potsdam 1911). Auch habe ich solche selbst beobachtet und in alten Abbildungen des Jupiters vielfach aufgefunden.

Dr. F. S. Archenhold.



Zum Gravitationsproblem[1])

Die Gesetze von Galilei und Kepler stellen die erste empirisch gewonnene Erkenntnis über die Anziehung von Massen dar. Newton führte in genialer Weise diese Gesetzmäßigkeiten auf Kräfte zurück, die zwischen den Massen wirken sollten. Dadurch gelang ihm die Aufstellung des einfachen, nach ihm benannten Gesetzes:

$$K = f\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

das exakt den Erscheinungen der Massenanziehung entspricht. Abweichungen davon sind bisher nicht bestimmt ermittelt worden. Wenn trotzdem der Glaube an die genaue Gültigkeit des Gesetzes erschüttert wurde, so liegt der Grund in der unbefriedigenden Annahme einer Fernwirkung, die es verlangt. Die Zweifel mehrten sich, als Hertz im Jahre 1888 den experimentellen Nachweis für die zeitliche Ausbreitung der elektrischen Kraft erbrachte. Jedoch fand die Uebertragung der anschaulichen Nahwirkungstheorie auf die Gravitation in der Erfahrung keine Stütze. Da stellte die Relativitätstheorie den Satz auf, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Vorganges die des Lichtes nicht übersteigen könne. Es blieben also nur die Möglichkeiten, entweder die Relativitätstheorie abzulehnen oder die Newtonschen Anschauungen zu erweitern. Dieser Weg ist eingeschlagen worden.

Die Entwicklungsmöglichkeiten für die Theorie wären nahezu unbeschränkt, bestände nicht die grundlegende Erkenntnis Minkowskis, daß die drei Raumkoordinaten durch eine vierte, die Zeitkoordinate, zu ergänzen sind, derart, daß die Zeitkoordinate mit denen des Raumes in gleicher Weise auftritt, wenn man vom Vorzeichen absieht. Immerhin sind noch gewisse Postulate aufzustellen, die die Auswahl zwischen der noch großen Anzahl von möglichen Gleichungssystemen verringern. Einstein hat als solche vorgeschlagen: „1. Erfüllung der Erhaltungssätze des Impulses und der Energie; 2. Gleichheit der trägen und der schweren Masse abgeschlossener Systeme; 3. Gültigkeit der Relativitätstheorie (im engeren Sinne), d. h. die Gleichungssysteme sind kovariant gegenüber linearen orthogonalen Substitutionen (verallgemeinerte Lorentz-Transformationen); 4. die beobachteten Naturgesetze hängen nicht ab vom Absolutwerte des Gravitationspotentials (bzw. der Gravitationspotentiale). Physikalisch bedeutet dies folgendes: Der Inbegriff der Relationen zwischen beobachtbaren Größen, welche man in einem Laboratorium finden kann, wird dadurch nicht geändert, daß ich das ganze Laboratorium in ein Gebiet von anderem (räumlich und zeitlich konstanten) Gravitationspotential bringe."

Das erste Postulat findet zweifellos den wenigsten Widerspruch. Das zweite erhärtet Einstein durch die Versuche von Eötvös[2]), der experimentell nachwies, daß die Resultierende der Schwere und der durch die Trägheit veranlaßten Zentrifugalkraft unabhängig ist von der Natur des Materials. Mie hingegen ist der Ansicht, daß von einer Gleichheit der schweren und der trägen Masse nicht die Rede sein könne, daß aber das Verhältnis nur wenig (höchstens 10^{-11}) von einem festen Werte abweiche. — Abraham hat eine Theorie aufgestellt,

---

[1]) Dieses Kapitel ist dem neuesten Jahrbuche der Naturwissenschaften (s. Heft 18 d. J.) entnommen. Es schließt sich eng an den Vortrag an, den A. Einstein auf der letzten Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien gehalten hat; siehe Physikalische Zeitschrift XIV (1913) 1249

[2]) Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn VIII (1890); Beiblätter zu den Annalen der Physik XV (1891) 688

die das dritte Postulat auszuschließen scheint. Sie ist also von dem Standpunkte aus, daß gerade die Relativitätstheorie die Abänderung der Newtonschen Theorie erst begründet, abzulehnen. — Das vierte Postulat ist, wie Einstein sagt, eine Art „wissenschaftlichen Glaubensbekenntnisses", nur begründet „durch das Vertrauen auf die Einfachheit der Natur".

Nehmen wir diese vier Postulate als Grundlage an, so ergeben sich als nächstliegende Wege: 1. die Nordströmsche Thorie, 2. die Einsteinsche Theorie.

Die Nordströmsche Theorie ist dadurch charakterisiert, daß sie die Gültigkeit der vier Postulate verlangt.

Im Gegensatz zur gewöhnlichen Relativitätstheorie nötigt die Verfolgung dieses Gedankens dazu, zwei verschiedene Abstände zweier Raumzeitpunkte zu unterscheiden. Der erste, der „natürliche, vierdimensionale Abstand" $d\tau_0$ zweier unendlich benachbarter Punkte, wird gemessen durch eine transportable Uhr und einen transportablen Maßstab, dessen Einheit gegeben ist durch die in der Zeiteinheit vom Licht im leeren Raume zurückgelegte Strecke. Außer diesem natürlichen Abstand spricht man hier noch von dem Koordinatenabstand $d\tau$:

$$d\tau = \sqrt{c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}.$$

Während aber in der gewöhnlichen Relativitätstheorie $d\tau$ und $d\tau_0$ übereinstimmen, kann hier $d\tau$ durch einen Faktor von $d\tau_0$ verschieden sein, der eine Funktion der das Gravitationsfeld bestimmenden Skalaren ist. Diese Ausführungen lassen erkennen, daß man auch von einer natürlichen Länge und einem natürlichen Volumen reden kann im Gegensatz zu Längen und Volumina, die in Koordinaten gemessen sind.

Masse und Dichte werden in ähnlicher Weise definiert wie in der bisherigen Mechanik. Die Masseneinheit ist gleich der „Masse Wasser, die in der Einheit des natürlichen Volumens enthalten ist". Danach ist die „Masse eines Körpers das Verhältnis seiner Trägheit zu der der Einheitsmasse". „Unter der natürlichen Dichte verstehen wir die auf Wasser bezogene Dichte oder die Masse im natürlichen Volumen 1".

Zwei besonders wichtige Folgerungen lassen sich aus der Nordströmschen Theorie ziehen: 1. Die Lichtgeschwindigkeit ist wie nach der alten Anschauung eine Konstante. Das Gravitationsfeld ist also auf die Lichtstrahlen ohne Einfluß. Im Gegensatz hierzu ist die Lichtgeschwindigkeit bei Abraham nicht konstant. Trotzdem benutzt er die gewöhnliche Form der Relativitätstheorie. Die Absicht, diesen Mangel zu beseitigen, hat wohl zur Nordströmschen Theorie geführt, deren Gleichungen sonst den von Abraham aufgestellten sehr ähneln. 2. Die Trägheit der Massen wird durch die Anhäufung von Massen in ihrer Umgebung vermindert. Angrenzende Körper beeinflussen also wohl die Trägheit einer Masse, verursachen sie aber nicht.

Die Einsteinsche Theorie, zu der wir jetzt übergehen, gelangt in dieser Beziehung zu den entgegengesetzten Resultaten. Der Ausgangspunkt für sie bildet die Frage, ob eine Erweiterung des Relativitätsprinzips begründet ist[1]) Bekanntlich besagt dieses in der gewöhnlichen Form, daß die gleichförmige Bewegung eines Systems die Geschehnisse in keiner Weise beeinflußt. Die Feststellung einer gleichförmigen Bewegung ist also unmöglich.

[1]) Vgl. hierzu A. Einstein: Annalen der Physik 4 XXXV (1911) 898

Es kommt aber auch der Beschleunigung keine absolute physikalische Bedeutung zu; denn die Wirkungen eines nicht beschleunigten Systems in einem Schwerefelde sind dieselben wie die eines beschleunigten Systems ohne Schwerefeld. „Dasselbe Bezugssystem ist mit gleichem Recht als beschleunigt oder als nicht beschleunigt zu bezeichnen; je nach der gewählten Auffassung hat man dann aber ein Gravitationsfeld als vorhanden anzusetzen, welches zusammen mit dem eventuellen Beschleunigungszustand des Systems die Relativbewegung freibeweglicher Körper gegen das Bezugssystem bestimmt.“ Mathematisch muß man also eine Kovarianz gegenüber Substitutionen verlangen, die dem Übergang zu beschleunigten Systemen entsprechen, wenn man diese Ausdehnung der Relativitätstheorie auf den Fall beschleunigter Bezugssysteme vollzieht.

Einstein nahm nun zunächst Kovarianz bezüglich beliebiger Substitutionen an, führte aber nachträglich Beschränkungen ein, um die Erhaltungssätze erfüllen zu können.

Auch bei der Einsteinschen Theorie kann man von der „natürlichen Länge eines vierdimensionalen Elementes“ reden, die mit einem transportablen Maßstab und einer transportablen Uhr gemessen wird.

Die Gleichungen Einsteins reduzieren sich zu dem Newtonschen System, wenn man nur die Massenströmung berücksichtigt, das Feld als statisches ansieht und die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen als so klein betrachtet, daß nur Größen erster Ordnung beibehalten werden.

Von den Folgerungen der Einsteinschen Theorie ist besonders die Krümmung der Lichtstrahlen durch das Gravitationsfeld von Interesse, da sie im scharfen Gegensatze steht zur Nordströmschen Theorie. Die Erfahrung wird also hier das entscheidende Wort zu sprechen haben.

Noch ein Resultat der Einsteinschen Theorie ist von prinzipieller Bedeutung. Die Trägheit eines Massenpunktes wird ihr zufolge nämlich durch Anhäufung von Massen in der Umgebung erhöht. Das legt den Schluß nahe, die Trägheit der Massen als durch umgebende Massen bedingt anzusehen. Dies erscheint insofern gerechtfertigt, als die Trägheit der Widerstand gegen Beschleunigung ist, die Beschleunigung aber nur Bedeutung hat, wenn man sie in Bezug auf andere Körper, also relativ auffaßt. Diese Relativität der Trägheit, die von E. Mach zuerst vertreten wurde, ist also sehr befriedigend. Die Relativität der Trägheit verlangt aber auch, daß, wenn die umgebenden Massen mitbewegt werden, die Vermehrung des Trägheitswiderstandes nicht in die Erscheinung tritt. Diese Forderung wird bei der Einsteinschen Theorie erfüllt. Sie zeigt sogar, daß die Schwingungsebene eines in einer Kugelschale befindlichen Pendels „nicht im Raume feststeht, sondern infolge der Rotation der Kugelschale eine mit dieser Rotation gleichsinnige Präzessionsbewegung ausführen muß“, was nach der Relativität der Trägheit vorauszusehen ist. Leider ist diese Wirkung zu gering, als daß wir sie terrestrisch oder astronomisch feststellen könnten.

Diese beiden Wege hat Einstein in seinen Ausführungen als die geeignetsten bezeichnet, die Newtonsche Theorie so zu ergänzen, daß sie unsern heutigen Anschauungen genügt. Welche von ihnen der Natur am nächsten kommt, ist noch nicht vorauszusehen. Vielleicht werden Aufnahmen von Sternen, die neben der Sonne erscheinen, die Entscheidung herbeiführen; allerdings ist hier mit manchen Fehlerquellen zu rechnen.

Physikalische Rundschau

Von Dr. Walter Block

Elektrische Widerstände

In der letzten Rundschau („Weltall“ 14. Jahrg. S. 275) ist genauer auseinandergesetzt, in welcher Weise elektrische Normalmaße festgelegt werden können. Weiter wurde darauf hingewiesen, daß Stromstärke, Widerstand und Spannung die wichtigsten elektrischen Einheiten sind, die ihrerseits wiederum durch das Ohmsche Gesetz verbunden sind, sodaß bei Gleichstrom für jeden Stromkreis die Kenntnis zweier Einheiten genügt, um die dritte durch einfache Multiplikation oder Division zu berechnen. Es wurde weiter auseinandergesetzt, was absolute Einheiten sind, die wohl theoretisch notwendig, für den Praktiker in der Anwendung aber zu schwierig sind, sodaß er auf den Gebrauch abgeleiteter praktisch geeigneter Einheiten geführt wird. Von diesen sind gesetzlich die Stromstärkeneinheit, das Ampère, mittels des Silbervoltameters, und die Widerstandseinheit, das Ohm, durch Quecksilberwiderstände festgelegt. Mit den letztgenannten wollen wir uns genauer beschäftigen.

Die Widerstandseinheit von einem Ohm ist im Anschluß an absolute Ohmbestimmungen gesetzlich durch den Widerstand eines Quecksilberfadens bestimmt. Dieser Faden muß eine Länge von 106,3 cm besitzen und bei überall gleichem 1 Quadratmillimeter messendem Querschnitt 14,4521 g wiegen. Um also einen Normalwiderstand von einem Ohm herzustellen, beschafft man sich zunächst eine Glasröhre der angegebenen Länge und von jenem Querschnitt, die man mit sorgfältig gereinigtem Quecksilber füllt. Das führen die wissenschaftlichen Institute, in Deutschland z. B. die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, tatsächlich so aus. Die Enden dieser Glasröhre werden in größere ebenfalls mit Quecksilber gefüllte Glasgefäße eingeschmolzen. Durch diese wird der Strom zugeleitet. So hat man einen Widerstand von angenähert einem Ohm. Welche Verbesserungen hat man nun daran anzubringen, um den wahren Widerstandswert genau zu finden? Zunächst sei darauf aufmerksam gemacht, daß Widerstandsmessungen zu den allergenauest möglichen physikalischen Messungen überhaupt gehören und in der erreichbaren Zuverlässigkeit nahe an Längenmessungen ersten Ranges heranreichen.

Das erste ist natürlich, die wirkliche Länge jenes Glasrohres sehr genau zu ermitteln, denn jedes Zehntel Millimeter Abweichung von dem Sollwert ändert den Widerstand der in ihm enthaltenen Quecksilbersäule um rund 0,0001 Ohm, eine Größe, die schon durch recht oberflächliche Messungen feststellbar ist. Sodann tritt zu diesem Widerstandswert des Fadens als Korrektion der Widerstand des Quecksilbers in den Anschlußgefäßen hinzu, der rechnerisch leicht ermittelt werden kann und keine besondere Bedeutung hat. Anders ist es mit den Widerständen der einzelnen Teile des Fadens selbst infolge wechselnden Querschnitts des Glasrohrs. Es ist für den Glasbläser praktisch unmöglich, ein Rohr von überall gleicher Weite herzustellen; man ist daher gezwungen, jedes Widerstandsrohr in der Weise, daß man einen Quecksilbertropfen in seine verschiedenen Teile bringt und seine Längenänderungen dabei beobachtet, zu untersuchen, zu kalibrieren. Man bestimmt so die Abweichungen der einzelnen Rohrquerschnitte von einem mittleren Querschnitt und korrigiert damit den Widerstandswert. Endlich ist dann noch das Gewicht der Quecksilberfüllung zu bestimmen, was keine besonderen Schwierigkeiten hat. Daß das

Quecksilber ebenso wie die Rohre sehr sorgfältig gereinigt, und jede Spur Feuchtigkeit von ihnen fern gehalten werden muß, bedarf kaum besonderer Erwähnung.

So kann man mittels der oben angedeuteten Messungen den genauen Widerstandswert einer solchen Widerstandseinheit in gesetzlichen Ohm ermitteln. Für den praktischen Gebrauch sind aber diese Widerstände, besonders mit Rücksicht darauf, daß sie jedes Mal zur Benutzung neu gefüllt werden müssen, sehr unpraktisch und sie werden deswegen nur zur Kontrolle von Gebrauchsnormal-Widerständen aus Metalldraht verwendet, die derart hergestellt sind, daß man einen geeigneten Draht bestimmter Länge fest zwischen zwei dicke praktisch widerstandsfreie Anschlußstücke lötet. Das sind die praktisch stets verwendeten Normalwiderstände. Als Widerstandsstoff verwendet man fast ausnahmslos Manganin, eine Legierung aus Kupfer, Mangan und Nickel. Die Widerstandswerte aller Stoffe verändern sich, ebenso wie die meisten sonstigen Eigenschaften, stark mit der Temperatur. Infolgedessen muß man z. B. bei den obigen Quecksilberwiderständen genau die Temperatur bestimmen, bei der sie zufällig gebraucht werden. Denn jeder Grad Temperaturänderung ändert den Widerstand von 1 Ohm Quecksilber um bereits 0,000 87 Ohm. Es ist deswegen auch gesetzlich festgelegt, daß der Ohmwert, wie er oben geschildert ist, bei 0° erhalten wird. Die Messungen werden daher an den Quecksilberröhren vorgenommen, nachdem man sie in schmelzendes Eis gepackt hat. Fast alle Metalle haben merklich höhere Temperaturkoëffizienten als Quecksilber, meistens in der Nähe von 0,004, würden also bei Verwendung als Drahtwiderstände in der Praxis, wo das Eisbad sehr umständlich wäre, eine sehr genaue kaum ausführbare Temperaturbestimmung erfordern, ganz abgesehen davon, daß infolge des Stromdurchgangs eine Erwärmung des Drahtes eintritt. Die als Manganin bezeichnete Legierung hat nur einen sehr kleinen Temperaturkoëffizienten, etwa 0,000 01, sodaß also selbst bei Messungen recht hoher Genauigkeit eine nur sehr rohe Temperaturbestimmung notwendig ist. Unter Temperaturkoëffizienten versteht man das Maß der Widerstandsänderung für einen Grad Temperaturänderung.

Die Manganinwiderstände finden eine sehr weitgehende Anwendung, sowohl ständig in der praktischen Meßtechnik, wie auch als vorzüglicher nur selten noch der Kontrolle bedürftiger Ersatz für Quecksilberwiderstände. Sie verändern sich wenn sie bei der Fabrikation richtig behandelt sind, nur sehr wenig und zwar sehr regelmäßig, sodaß sie kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Nur eine merkwürdige Eigenschaft wurde vor einigen Jahren von Rosa und Babcock an ihnen entdeckt, sie werden nämlich durch Änderungen der Feuchtigkeit der umgebenden Luft ein wenig beeinflußt. Im allgemeinen werden diese Widerstände derart hergestellt, daß man den eigentlichen Widerstandsdraht zur Isolierung gut mit Lack überzieht und ihn dann auf einen Metallcylinder aufwickelt. Da zeigte sich aber nun schon, daß die Unterschiede in den thermischen Ausdehnungen des Drahtes und des Cylinders zu kleinen Verzerrungen des Drahtes Anlaß gaben, die nicht ohne Einfluß auf seinen Widerstandswert bleiben konnten. Durch Schlitzen des Metallcylinders konnte man dem leicht abhelfen, denn nun federte er elastisch und gab allen Druckänderungen leicht nach. Aber das genügte offenbar noch nicht. Auch der Lacküberzug ändert sich anscheinend mit der Feuchtigkeit, vielleicht durch Aufquellen. Ein solcher Lackanstrich ist notwendig, um die Oberfläche der Widerstandsdrähte unverändert zu erhalten.

Solche Quellungen des Lackes scheinen hinreichend zu sein, um ebenfalls noch meßbare Widerstandsänderungen zu bewirken. Jene beiden genannten Forscher entdeckten diese immerhin unerwartete Erscheinung im Standard Bureau in Washington, indem sie eine gewisse periodische Änderung normaler Manganinwiderstände im Verlaufe eines Jahres nachzuweisen vermochten. Ihre Ergebnisse sind dann von anderen bestätigt worden. Nachdem diese Erscheinung einmal festgestellt war, war es nicht schwer, für Abhilfe zu sorgen. Es war nur erforderlich, die Widerstände vollständig von der Außenluft abzuschließen, so z. B., daß ihr Umschlußgehäuse völlig mit einer geeigneten Flüssigkeit ausgefüllt wird, oder indem sie dauernd in einer solchen aufbewahrt werden. Dafür scheint Paraffinöl geeignet zu sein, von dem man, mit Rücksicht auf seine vielfachen Anwendungen zu anderen Zwecken, sagen kann, daß es das Metall der Widerstände nicht angreifen wird. — Man sieht jedenfalls, daß es noch nicht möglich ist, die umständlichen Quecksilberwiderstände ganz zu entbehren.

Das elektrische Elementarquantum

Man stand bisher fast ausnahmslos auf dem Standpunkte, daß die Größe des Elementarquantums der Elektrizität, das Elektron, wie es z. B. Millikan („Weltall" 14. Jg. S. 146) und viele andere nach den verschiedensten Methoden bestimmt hatten, wirklich die kleinste vorhandene Elektrizitätsmenge ist, die vorkommt, das Atom der Elektrizität. Darauf beruht die ganze Elektronentheorie, die das Elektron in dieser Form als Ausgang aller elektrischen Erscheinungen annimmt. Ein experimenteller Nachweis, daß mehrere Elementarquanten verschiedener Größe vorkommen, ebenso, daß das Elektron nicht die kleinste mögliche Elektrizitätsmenge ist, daß es vielmehr in noch kleinere zerteilt werden kann, würde in gewisser Weise die ganze Elektronentheorie umstoßen, sie allerdings nicht als falsch hinstellen, wohl aber gewichtige Änderungen notwendig machen, deren Tragweite nicht ohne weiteres übersehbar ist.

Mit der Frage, ob es tatsächlich kleinere Elektrizitätsquanten als die Elektronen, wir wollen sie Subelektronen benennen, gibt, beschäftigt sich schon seit einer Reihe von Jahren F. Ehrenhaft. Früher bereits hatte er Versuche veröffentlicht, aus denen er das Vorhandensein von Subelektronen ableitete. Aus diesen sollte das bisher anerkannte Elektron aufgebaut sein. Bei der Diskussion der Versuche durch verschiedene Forscher erhoben sich gegen Ehrenhafts Anschauung manche Bedenken, die das Ergebnis zum mindesten als zweifelhaft erscheinen ließen. Vor kurzem hat er über neue Versuche berichtet, auf Grund deren er wiederum zu seinen alten Ergebnissen kommt.

In der Arbeit, in der er über seine Versuche berichtet, kommt er im Anschluß an historische Betrachtungen zunächst zu dem Ergebnis, daß es nicht ausgeschlossen ist, daß die Elektronengröße, wie sie bisher angenommen ist, nur einen Mittelwert darstellt, der stets aus Feststellungen statistischer Art, bei denen eine sehr große Anzahl einzelner Elektronen beteiligt sind, abgeleitet ist, sodaß man vielleicht von einer wohlbestimmten Elektronenladung überhaupt nicht reden kann. Allerdings ist die jetzige Theorie, auch bei Zuhilfenahme der elektrolytischen Vorgänge und der Radioaktivität, in sich einheitlich und widerspruchslos.

Von den Versuchen, die etwa nachzuweisen gestatten, ob Subelektronen vorhanden sind, kommen im wesentlichen nur die Millikanschen in Frage, da sie die Beobachtung einzelner Elektronen gestatten. Seine Versuchsanordnung ist

deswegen auch die, die Ehrenhaft prinzipiell anwendet. Als Tröpfchen, deren Fall er ebenso wie Millikan beobachtet, verwendet er Quecksilberkügelchen, die er dadurch erzeugt, daß er einen elektrischen Lichtbogen zwischen Quecksilberoberflächen entstehen läßt. Ihre Durchmesser sind von der Größenordnung der Lichtwellenlänge und noch kleiner. Bei seinen Versuchen beobachtete er nur ein Kügelchen, das durch Veränderung der Spannung an den Kondensatorplatten schwebend gehalten wird. Es wird die Spannung gemessen, bei der es langsam zu fallen anfängt, und die, bei der es ein wenig in die Höhe zu steigen beginnt. Der Mittelwert beider sehr nahe beieinander liegender Spannungen gibt die Schwebespannung.

Nun gelingt es leicht, dieses Kügelchen durch Bestrahlung mit einem radioaktiven Präparat umzuladen, d. h. ihm eine andere Schwebespannung zu erteilen. Diese für ein einzelnes Kügelchen gefundenen Schwebespannungen müssen naturgemäß in engem Zusammenhang mit ihren Ladungen stehen, und es ergaben sich auch deutlich nur sprungweise Änderungen. Die Größe dieser Änderung mußte aber noch notwendig bestimmt werden. Es war dazu erforderlich, den Fall der Kügelchen wirklich zu beobachten und, um die Fallgesetze für kleine Körperchen auf sie anwenden zu können, nachzuweisen, daß sie einwandsfreie Kugelgestalt haben. Das ist insofern schwierig, als sie nahe an der mikroskopischen Sichtbarkeitsgrenze liegen. Dieser Nachweis ließ sich indessen, worauf hier nicht eingegangen werden kann, führen.

Die gesamte Untersuchung hatte zwei Fragen zu beantworten: Zunächst, ob überhaupt eine sprunghafte Umladung solcher Partikelchen stattfindet, sodann, ob diese Umladungen zu Ladungsänderungen führen, die kleiner als die bisher angenommene Elektronenladung ist. Zur Beantwortung dieser Frage sind nun aber, wie oben schon angedeutet, gewisse Annahmen über die Art der Fallbewegung solcher Kügelchen notwendig, und Ehrenhaft schließt, daß bei seinen 16 Messungsreisen gemäß der oberen möglichen Grenze für die Fallgesetze 14 einen Subelektronenwert geben, gemäß der unteren alle 16.

Auch noch weitere Gründe sprechen dafür, auf die hier, da zu viele andere Dinge herangezogen werden müßten, nicht eingegangen sei. Die kleinste nachgewiesene Ladung berechnet sich jedenfalls zu 1,4 bis $2{,}8 \cdot 10^{-11}$ Einheiten, während z. B. Millikan und mit ihm andere Experimentatoren, Werte von rund $4 \cdot 10^{-10}$ Einheiten gefunden hatten, also etwa 20 mal größere Werte.

Das ganze ist jedenfalls ein Ergebnis, das nicht ohne weiteres mit Stillschweigen übergangen werden darf. Es ist auch anzunehmen, daß sich an Ehrenhafts Arbeit eine sehr ausgedehnte Diskussion der Ergebnisse schließen wird. Merkwürdig ist immerhin, daß seine Resultate so stark von den grundsätzlich nach gleicher Methode gefundenen Millikanschen abweichen. Welche Bedeutung eine Bestätigung der Resultate für unsere Auffassung von den Elektronen haben könnte, wurde schon angedeutet. Ob mit den Ehrenhaftschen Ergebnissen überhaupt schon die untere Grenze für die Subelektronen gefunden ist, ist nach seiner Meinung sehr zweifelhaft. Es hat den Anschein, als ob diese immer weiter nach unten zu sinkt, je kleinere Partikelchen man zur Messung verwendet. Bei der vorliegenden Arbeit ist man jedenfalls noch nicht an die untere Grenze der Sichtbarkeit überhaupt für diese gelangt. Zur Zeit liegt die Sache so, daß noch keine Subelektronen, die eine kleinere Ladung als 10^{-11} Einheiten haben, festgestellt sind.

Es ist auch möglich, daß diese Subelektronen sehr unstabile Körperchen sind, die sich leicht zu stabilen Anordnungen zusammenschließen, wie sie z. B. die sonst angenommenen Elektronen sind. Gewisse Versuchsergebnisse machen das jedenfalls nicht ganz unwahrscheinlich. Alles das bedarf noch einer sorgfältigen Nachprüfung, ehe man etwa daran gehen kann, die bewährte jetzt anerkannte Elektronentheorie zu verlassen.

Der gestirnte Himmel im Monat Oktober 1914

Von Dr. F. S. Archenhold

Über den weiteren Lauf des Kometen Delavan 1913f

Obgleich der Komet Delavan jetzt von der Erde 237 Millionen km und von der Sonne 180 Millionen km absteht, leuchtet sein Kern doch wie ein Stern 4. Größe. Eine Aufnahme, die ich vom Kometen am 29. September morgens $3^h\ 41^m$ bis $4^h\ 12^m$ bei einer Expositionszeit von 31^m in der Treptow-Sternwarte angefertigt habe, zeigt drei getrennte Schweife, von denen der eine eine Länge von 6^0 erreicht und einen Winkel von 26^0 mit dem am weitesten von ihm abstehenden Schweif bildet. Wir ergänzen unsere frühere Mitteilung über diesen interessanten Kometen (vergl. „Das Weltall" Jg. 14 S. 336) dahin, daß wir zunächst eine Karte über dessen weiteren Lauf vom 10. Oktober bis zum 1. Dezember hier wiedergeben. Wir sehen auf dieser Karte, daß der Komet am 23. Oktober in das Sternbild des Bootes einrückt. Am 30. Oktober in der Verbindungslinie zwischen Arkturus und ε Bootis steht und am 14. November in das Sternbild der Schlange läuft, dessen hellsten Stern α er am 25. November erreicht. Für die Fernrohrbesitzer ergänzen wir die Örter des Kometen nach AN. 4756 noch für die Zeit vom 22. Oktober bis zum 14. November.

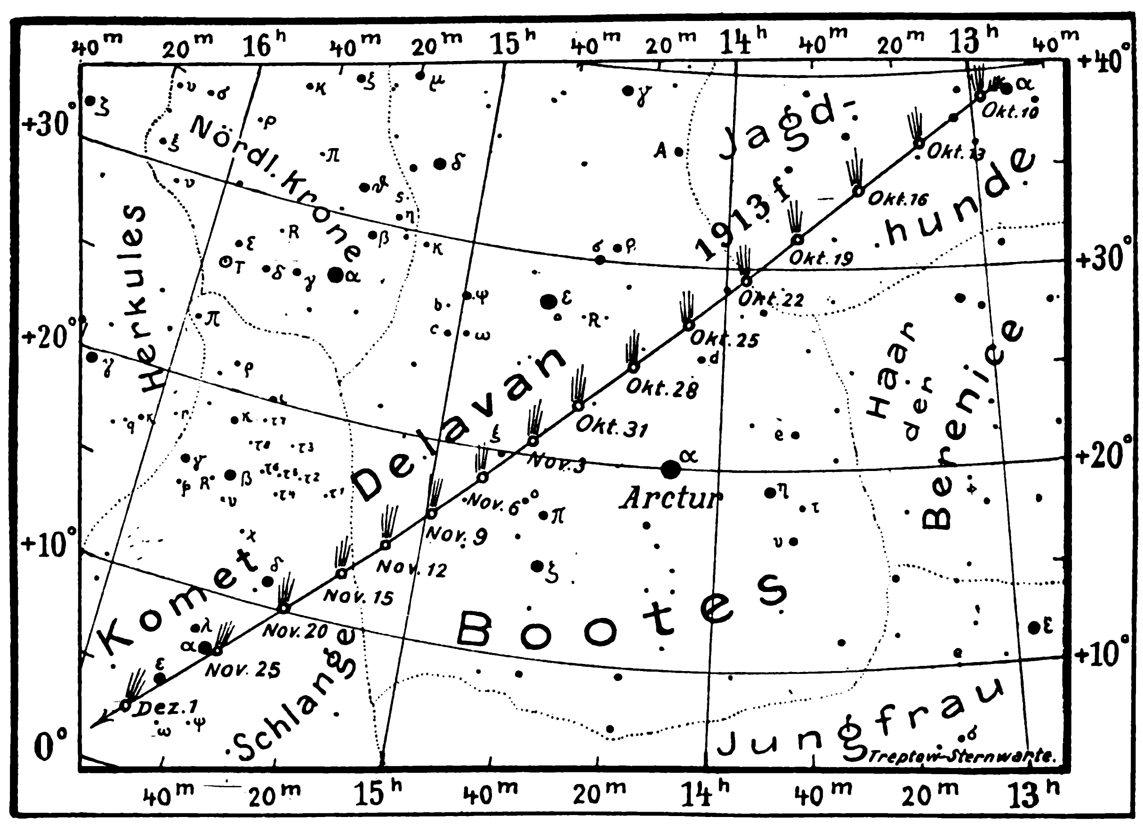
	Rekt.	Dekl.		Rekt.	Dekl.
Okt. 22	$13^h\ 56^m\ 0^s$	$+29^0\ 33'\ 9''$	Nov. 3	$14^h\ 39^m\ 59^s$	$+20^0\ 26'\ 44''$
- 23	14 0 9	28 46 33	- 4	43 9	19 43 10
- 24	4 12	28 0 2	- 5	46 15	18 59 60
- 25	8 10	27 13 38	- 6	49 17	18 17 13
- 26	12 2	26 27 24	- 7	52 16	17 34 52
- 27	15 48	25 41 21	- 8	55 11	16 51 57
- 28	19 30	24 55 31	- 9	58 4	16 11 27
- 29	23 6	24 9 57	- 10	15^h 0 52	15 30 24
- 30	26 38	23 24 39	- 11	3 38	14 49 48
- 31	30 4	22 39 40	- 12	6 21	14 9 39
Nov. 1	33 27	21 55 0	- 13	9 1	13 29 58
- 2	36 45	21 10 42	- 14	11 39	12 50 44

Der Komet wird in seiner Sonnennähe, am 26. Oktober, 165 Millionen km von unserem Tagesgestirn abstehen, während seine Entfernung von der Erde immer noch 230 Millionen km betragen wird. Ende März 1915 wird seine südliche Deklination bereits so groß sein, daß er für unsere Breiten nicht mehr sichtbar ist. Auf der südlichen Halbkugel wird er aber noch lange verfolgt werden können.

Die Sterne

Am 1. Oktober, abends 10 Uhr, läuft der Meridian durch das Sternbild der Fische mit dem hellen Stern Fomalhaut, durch den Wassermann und den Pegasus zum Zenit. Hier wird die Milchstraße zwischen Cepheus und Cassiopeja durchschnitten und der große Bär zwischen den mittleren Tatzensternen und dem Kometen Delavan, dessen Lauf unter den Sternen in einer besonderen Karte wiedergegeben ist (S. 355).

Schon bald nach Sonnenuntergang ist der auf unserer Karte angedeutete Nebel im Wassermann, der ein gleichschenkliges Dreieck mit den beiden hellsten Sternen α und β des Wassermanns bildet, in kleineren Fernrohren als ein runder Nebel zu erkennen. Er, das Sternbild Delphin und der zweithellste Stern β im Pegasus bilden wiederum ein gleichschenkliges Dreieck, an dessen Spitze der gelbrot gefärbte veränderliche Stern β



Scheinbarer Lauf des Kometen 1913f (Delavan)
vom **10. Oktober** bis **1. Dezember 1914**

steht. Seine Helligkeit schwankt zwischen 2,2. und 2,7. Größe. Diejenigen unserer Leser, deren Augen für Farben sehr empfindlich sind, werden gut tun, ihn ständig zu überwachen, da mit dem Lichtwechsel dieses Sternes auch ein Farbenwechsel verbunden ist.

Der Lauf von Sonne und Mond

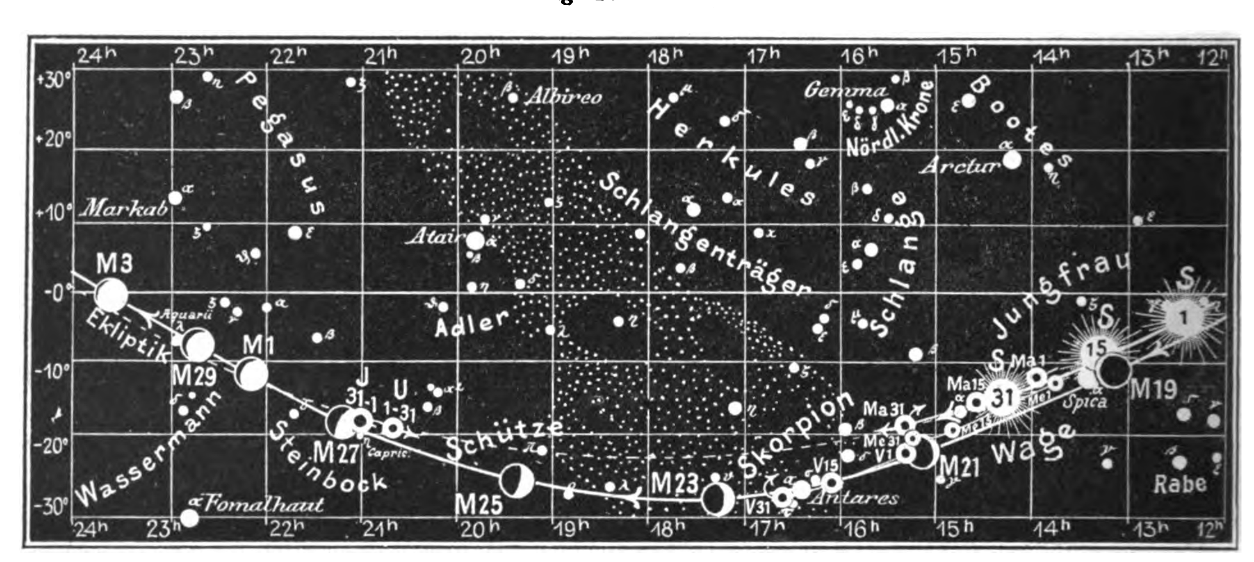
Die Sonne (Feld $12^1/_2{}^h$ bis $14^1/_2{}^h$) tritt aus dem Zeichen der Wage in das des Skorpions. Die Fleckentätigkeit ist jetzt eine so große, daß fast immer Sonnenflecken zu beobachten sind. Während des Monats nimmt die Mittagshöhe um 11^0 ab, wie wir aus folgender Tabelle ersehen können.

Sonne		Deklination	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mittagshöhe
Oktober	1	— 3^0	$6^h\ 7^m$	$5^h\ 44^m$	$34^1/_2{}^0$
-	15	— $8^1/_4{}^0$	$6^h\ 32^m$	$5^h\ 11^m$	$29^1/_4{}^0$
-	31	— 14^0	$7^h\ 1^m$	$4^h\ 38^m$	$23^1/_2{}^0$

Der Mond ist mit seinen Phasengestalten in unsere Karten 1a und 1b für den 1. bis 31. Oktober von zwei zu zwei Tagen eingetragen. Seine Hauptphasen fallen auf die Daten:

Vollmond:	Oktober 4	7^h	morgens	Neumond:	Oktober 19	$7^1/_2{}^h$	morgens
Letztes Viertel:	- 12	$10^1/_2{}^h$	-	Erstes Viertel:	- 25	$11^1/_2{}^h$	abends

Fig. 1b



S = Sonne M = Mond Me = Merkur V = Venus Ma = Mars

Im Monat Oktober finden drei Sternbedeckungen statt.

Bürg. Tag	Name	Gr.	Rekt.	Dekl.	Eintritt M. E. Z.	Winkel	Austritt M. E. Z.	Winkel	Bemerkung
Oktbr. 1	λ Aquarii	3,8	$22^h 48^m$	$-8° 2'$	$7^h 11^m,6$ abends	48°	$8^h 25^m,1$ abends	244°	Mond im Meridian $10^h 18^m$ abends
- 26	η Capricorni	5,0	$21^h 0^m$	$-20° 12'$	$5^h 46^m,8$ abends	99°	$6^h 49^m,0$ abends	205°	Mond im Meridian $6^h 49^m$ abends
- 31	δ Piscium	4,4	$0^h 44^m$	$+7° 7'$	$5^h 55^m,7$ abends	110°	$6^h 36^m,3$ abends	184°	Mondaufgang $3^h 31^m$

Die Planeten

Merkur (Feld $13^3/_4{}^h$ bis $15^1/_4{}^h$) bleibt während des ganzen Monats unsichtbar; seine Entfernung nimmt von 182 auf 108 Millionen km ab; sein Durchmesser wächst auf 9″,3.

Venus (Feld $15^1/_4{}^h$ bis $16^1/_2{}^h$) ist am Ende des Monats nur noch $^1/_4$ Stunde lang am Abendhimmel sichtbar; am 24. d. M. erreicht sie ihren höchsten Glanz und kommt gleichzeitig in Konjunktion mit dem hellsten Stern im Skorpion, dem rötlichen Antares, der 1° nördlicher als die Venus steht. Ihre Entfernung nimmt von 86 auf 54 Millionen km ab, ihr Durchmesser wächst von 29″,3 auf 46″,5.

Mars (Feld 14^h bis $15^1/_4{}^h$) ist wegen seiner Sonnennähe während des ganzen Monats unsichtbar.

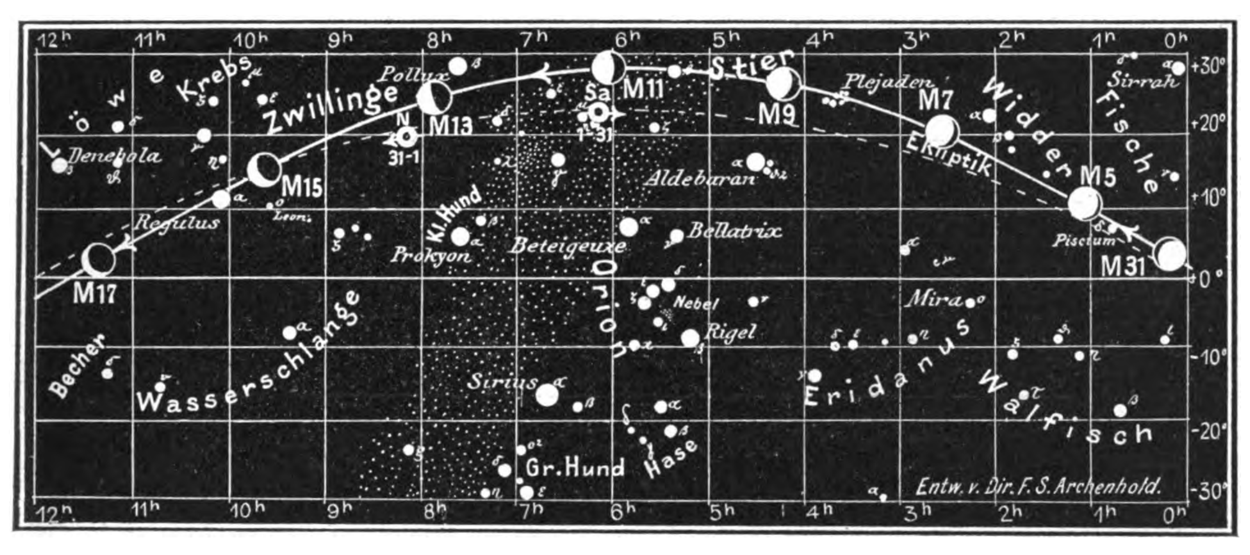
Jupiter (Feld 21^h) ist zuerst noch bis 1 Uhr nachts im Sternbilde des Steinbocks zu sehen. Da er Ende des Monats aber schon um 11^h abends untergeht, steht er alsdann nur noch 5 Stunden am Abendhimmel. Seine Entfernung nimmt von 657 auf 722 Millionen km zu und sein Durchmesser von 41″,4 auf 37″,7 ab. Die Stellungen der Jupitersmonde sind auf Seite 358 wiedergegeben.

Saturn (Feld 6^h) ist am Ende des Monats bereits $10^1/_2$ Stunden lang sichtbar. Sein Durchmesser nimmt von 17″,3 auf 83″,3 zu und seine Entfernung verringert sich von 1326 auf 1257 Millionen km.

Uranus (Feld $20^3/_4{}^h$) ist gleich Jupiter nur noch 5 Stunden lang am Abendhimmel sichtbar; seine Entfernung beträgt am 31. Oktober 2967 Millionen km.

für den Monat Oktober 1914

Fig. 1a



J = Jupiter Sa = Saturn U = Uranus N = Neptun

Neptun (Feld 8h) ist zu Anfang des Monats 4540 und am Ende des Monats 4464 Millionen km von der Erde entfernt. Seine Sichtbarkeitsverhältnisse sind sehr günstig, er ist fast während der ganzen Nacht zu beobachten.

Bemerkenswerte Konstellationen:

Oktober	6	9h vormittags	Merkur in Konjunktion mit Mars. Merkur 2° 11′ südlich von Mars
-	11	4h morgens	Saturn in Konjunktion mit dem Monde
-	15	5h nachmitt.	Merkur in größter östlicher Abweichung von der Sonne, 24° 52′
-	20	4h nachmitt.	Mars in Konjunktion mit dem Monde
-	20	mitternachts	Merkur in Konjunktion mit dem Monde
-	22	3h morgens	Venus in Konjunktion mit dem Monde
-	24	2h morgens	Venus in Konjunktion mit Antares. Venus 1° südlich von Antares
-	24	11h abends	Venus im größten Glanz
-	26	8h abends	Jupiter in Konjunktion mit dem Monde
-	30	5h nachmitt.	Merkur in Konjunktion mit Mars. Merkur 2° 14′ südlich von Mars

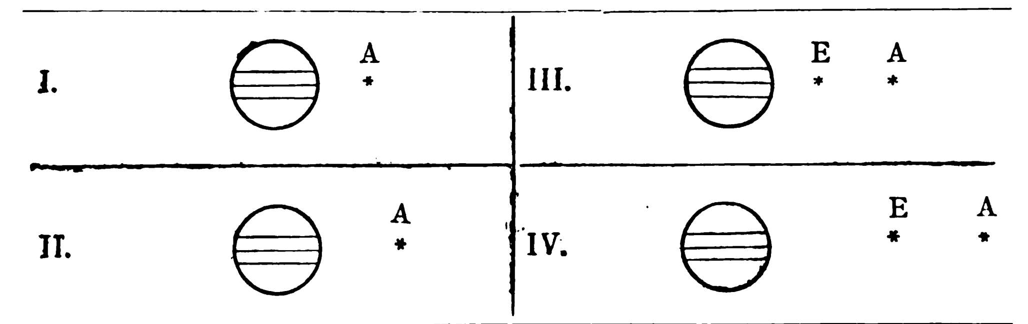
Kleine Mitteilungen

Die Radioaktivität des Meereswassers. Gelegentlich einer Ferienreise mit dem Schiff „Roda" hat J. Laub in dem Atlantischen, dem Pazifischen Ozean und in der Magelhaensstraße auf der Strecke von Montevideo bis Callao, dem Hafen von Lima in Peru Bestimmungen des Emanationsgehaltes des Meereswassers vorgenommen, über deren Ergebnisse er in der „Meteorologischen Zeitschrift" 1914 H. 3 S. 146 fg. berichtet. Es zeigt sich, daß kleine Mengen Emanation im Meereswasser vorkommen, daß sich jedoch eine Abhängigkeit des Gehaltes von der Entfernung von der Küste oder von der Temperatur aus den bisherigen Messungen nicht erkennen läßt. Laub findet dagegen sehr bemerkenswert, daß man für den Emanationsgehalt des aus dem Atlantik stammenden Wassers im Mittel einen größeren Wert erhält als für das Wasser aus der Magelhaensstraße und dem Pazifischen Ozean. Eine allzu große Bedeutung möchte der Beobachter diesem Ergebnis allerdings nicht beilegen. L

Stellungen und Finsternisse der Jupiterstrabanten

Oktober

Örter der Jupiterstrabanten beim Austritt (A) aus dem Schattenkegel und beim Eintritt (E) in denselben im umkehrenden (astronomischen) Fernrohr



Stellungen der Trabanten um 8^h Weltzeit im umkehrenden Fernrohr

Tag	Westlich vom Jupiter		Östlich vom Jupiter
1	·4 3·1·	O	2.
2	·4 3· .2	O	1·
3	·4 ·3 .1	O	·2 ●
4	4·	O	1· 2. ·3 ●
5	·4 2. ·1	O	·3
6	O 1· ·4 ·2	O	3·
7	· ·4	O	·1 3· ·2
8	3 1·	O	·4·2
9	3. 2.	O	·1 ·4
10	·3 ·1	O	·4 ·2 ●
11	·3	O	1· 2. ·4
12	2. ·1	O	·3 ·4
13	·2 1	O	3· 4·
14		O	·2 3· 4· ·1 ●
15	3 1·	O	2· 4·
16	3· 2. 4	O	· ·1
17	·3 4·1· ·2	O	
18	4· ·3	O	1· ·2
19	4· ·1 2.	O	·3
20	4· ·2	O	1· 3·
21	·4	O	·2 3· ·1 ●
22	·4 1 3	O	2·
23	3·4 2.	O	·1
24	·3 1·. ·4	O	
25	·3	O	1· 4 ·2
26	O 2. ·1	O	·3 ·4
27	·2	O	·1 ·3 ·4
28	·1	O	·2 3· ·4
29	O 1· O 3·	O	2. 4·
30	3· 2·	O	·1 4·
31	·3 1·2	O	4·

Ein Hundertstundentag. Die mannigfachen Übelstände, die aus der doppelten Bezeichnungsweise der Tagesstunden durch die Zahlen von 1 bis 12 entstehen, haben die italienischen, französischen und belgischen Eisenbahnen veranlaßt, den Tag fortlaufend in Stunden von 1 bis 24 zu zählen. Auch das preußische Eisenbahnministerium beschäftigt sich mit der Einführung dieser Bezeichnungsweise. Es ist sogar in Aussicht genommen, andere Verwaltungen zur Annahme dieser Neuerung zu bewegen. Jedenfalls ist es klar, daß nur in Übereinstimmung mit anderen Verkehrsverwaltungen, also den Post-, Telegraphen- und Schiffahrtsbehörden, diese Maßnahme eine Erledigung finden kann. Die Handelskammern haben sich dieser Anregung gegenüber sehr günstig und zustimmend geäußert.

Da tritt denn eine Frage auf, nämlich die, welche Zeit als Nullstunde fungieren solle, der Mittag oder die Mitternacht. Der bürgerliche Tag beginnt um Mitternacht. Das hat einen gewissen Vorteil; denn während der Nacht ruht die geschäftliche Tätigkeit zum größten Teile und die Nacht bildet trotz der Verschiebungen in den Lebensgewohnheiten namentlich der Groß- und Weltstädter noch immer die Scheide zwischen heute und morgen. Astronomisch aber — und die Zeitbestimmungen werden noch immer auf astronomischem Wege ermittelt — ist der Beginn des Tages der Mittag. Astronomisch beginnt das Jahr erst am Mittag des 1. Januar. Der Grund dafür ist sehr leicht erkenntlich. Die Zeiteinteilung des Tages wird durch die Sonne beherrscht. Wenn die Sonne den höchsten Punkt am Himmel erreicht hat, wenn sie astronomisch gesprochen durch den Meridian des Ortes geht, dann ist der astronomische Tagesbeginn. Wäre es nicht vorteilhaft, den Tagesbeginn angesichts der beabsichtigten Neuerung mit dem wissenschaftlichen in Einklang zu bringen? Man würde dann mittag 0, Mitternacht 12 Uhr und nächsten Mittag 24 Uhr oder 0 Uhr des neuen Tages zählen.

Da wir aber einmal beim Reformieren sind, kommt es auf ein Kleines mehr oder weniger auch nicht an. Wir besinnen uns, daß wir überall in unsern Maßsystemen das Dezimalsystem zur Geltung und Einführung bringen und uns mit Recht über den albernen Nationalstolz der Engländer amüsieren, die absolut noch ihr Yard, ihr pound und ihr quarter benutzen, während alle zivilisierten Nationen sich auf das Meter geeinigt haben. Machen wir aber nicht dasselbe, wenn wir immer noch den Tag nach dem alten Duodezimalsystem teilen? dazu noch ganz inkonsequent! 1 Tag hat 2×12 Stunden, 1 Stunde = 60 Minuten, 1 Minute = 60 Sekunden. Das ist ein mangelhaftes System. — Man wollte auch hier das Dezimalsystem einführen. Das hat jedoch die Schwierigkeit, daß von dem alten zum neuen System keine praktische Brücke führt, und da die Sache doch tief in das bürgerliche Leben einschneidet, so war es von vornherein ausgeschlossen, daß man diesen Vorschlag annahm.

Neuerdings ist nun aber ein Vorschlag aufgetaucht, der weiteste Beachtung verdient. Er ist einfach wie das Ei des Columbus und läßt sich leicht aus dem Dezimalsystem in das System der bürgerlichen Praxis hinüberführen. Urheber des originellen Vorschlages ist J. G. Barolin. Er hat ein kleines Werkchen verfaßt: Der Hundertstundentag, Vorschlag zu einer Zeitreform unter Zugrundelegung des Dezimalsystems (8° 144 S. Pr. 1,50 M.).

Barolin ging von der Tatsache aus, daß 96 Viertelstunden einen Tag ausmachen. Das sind nahezu 100 Teile. Legt man dem Tage also eine Hundertteilung zugrunde, so ist eine Neustunde fast gleich unserer Viertelstunde. Das ist ein vorzüglicher Ausweg. Um seinen Vorschlag gleich in eine diskutable Form zu bringen, führt er Benennungen ein, die man abändern kann, über die jedenfalls leicht eine internationale Einigung zu erzielen wäre. Er nennt 1 Tag lateinisch 1 *dies* und führt für die Unterabteilungen die arabischen Ordnungszahlen ein. Dann ergibt sich folgendes Schema:

1 Tag	=	1 Dies	1 Tag	=	1	Dies
0,1 -	=	1 Tani	1 -	=	10	Tani
0,01 -	=	1 Talit	1 -	=	100	Talit
0,001 -	=	1 Rabe	1 -	=	1000	Rabe
0,0001 -	=	1 Kamis	1 -	=	10000	Kamis
0,00001 -	=	1 Sadis	1 -	=	100000	Sadis
0,000001 -	=	1 Sabe	1 -	=	1000000	Sabe
0,0000001 -	=	1 Tamin	1 -	=	10000000	Tamin
0,00000001 -	=	1 Tase	1 -	=	100000000	Tase
0,000000001 -	=	1 Asir	1 -	=	1000000000	Asir

1 Talit entspräche der Zeitdauer von 14 Minuten unserer jetzigen Zeit, 1 Rabe, der zehnte Teil des Talit, wäre etwas länger als 1 Minute. Man bekäme also Bezeichnungen, deren Bedeutung nur unwesentlich von den jetzigen abwichen.

Für die Uhren ergäbe sich dadurch noch ein besonderer Vorteil. Ein Stunden- und ein Minutenzeiger könnte die Zeiteinteilung auf derselben Hundertteilung sichtbar machen. Und macht man das Zifferblatt nicht zu klein und die Teilung einigermaßen genau, so kann man mit diesen zwei Zeigern ein Hunderttausendstel bis ein Millionstel Tag anzeigen.

Über die Benennungen könnte man wie gesagt diskutieren und sich einigen, die Kernidee ist jedenfalls gut und gesund. Hoffen wir, daß es bald zu diesen Neuerungen kommt. Denn einmal müssen sie ja doch eingeführt werden. Mit jedem Zögern aber werden die Kosten größer. Daher wäre Schnelligkeit hier von großem Werte. L

Eine wertvolle Bereicherung der Gruppe „Astronomie" des Deutschen Museums, für deren Ausgestaltung im Neubau bereits zwei größere moderne Fernrohre von C. A. Steinheil Söhne-München und von Carl Zeiss-Jena gestiftet wurden, hat nunmehr auch ein berühmtes historisches Fernrohr, nämlich den 15zölligen Refraktor von Utzschneider und Fraunhofer, der zu Anfang des vorigen Jahrhunderts für Pulkowa gebaut wurde, als Stiftung erhalten.

Das Instrument, dessen Anschaffungskosten 60 000 M. betrugen, galt seinerzeit als das größte Meisterwerk des astronomischen Instrumentenbaues; es ist 7 m lang, hat eine Objektivöffnung von 38 cm und gestattet eine 2000fache Vergrößerung. Das alte Instrument ist noch vollständig in seinem ursprünglichen Zustand erhalten, mit all den Einrichtungen der Montierung, der Ausbalanzierung, des Uhrwerksantriebes usw., wie sie zuerst von Fraunhofer angegeben wurden.

Die Mittelkuppel des Neubaues ist als neues Heim für dieses altehrwürdige Fernrohr vorgesehen; dort soll es für die Benutzung der Besucher des Museums aufgestellt werden zur steten Erinnerung an die hervorragenden Leistungen des von Utzschneider und Fraunhofer im Anfang des vorigen Jahrhunderts in München begründeten astronomischen Instituts.

Windrosenzeichnen und Windrosenpapier. In der „Meteorologischen Zeitschrift" gibt Herr Prof. C. Kassner folgendes bekannt: Wer öfter meteorologische Diagramme gezeichnet hat weiß, daß wohl für rechtwinklige Koordinaten vielerlei Formularsorten existieren, nicht aber für das Eintragen von Windrosenwerten, und man empfand es stets als eine sehr lästige Arbeit, die 8 oder 16 Richtungen strahlenförmig zu ziehen. Mindestens ebenso lästig war aber das Auftragen der Zahlenwerte auf diesen Strahlen. Jetzt hat nun die bekannte Firma Schleicher & Schüll in Düren (Rheinland), die schon verschiedene andere meteorologische Papiere herausgibt, auf meine Veranlassung auch ein Windrosenformular in den Handel gebracht. Die acht Hauptrichtungen sind durch kräftige, die acht Nebenrichtungen durch feine Strahlen angegeben. Den Mittelpunkt der Strahlen umgeben konzentrische Kreise in Abständen von je 2 mm bis zum Gesamtradius von 8 cm. Als Druckfarbe ist ein kräftiges Braun gewählt. Auf Wunsch kann auch mit Rücksicht auf photographische Reproduktion, bei der die Schemalinien nicht sichtbar werden sollen, eine matte blaue Farbe zum Druck verwendet werden. Vielfach dürfte es sich aber empfehlen, die auf braunem Schema gezeichnete Figur an ihren Rändern auszuschneiden und auf weißen Karton aufzukleben, denn die braunen Grundlinien sind doch auch bei der gedruckten Figur oft recht erwünscht. Jedes Schema ist auf einem Blatt von 22×28 cm Größe gedruckt. Je 50 Blatt sind zu einem Block vereinigt. Es sind zwei Ausgaben hergestellt: eine auf Schreibpapier (Nr. 318½ I) und eine zweite auf radierfestem Zeichenpapier (Nr. 318½ II). Von der erstgenannten Ausgabe kostet ein Block 2,50 Mk., von der andern 3 Mk. Der geringe Preis von 5 und 6 Pfennigen pro Blatt gibt hoffentlich Anlaß, das Zeichen von Windrosen, das klimatologisch so wichtig ist, wieder zu beleben. Das Berechnen der Windrosen für andere meteorologische Elemente, wie namentlich für Temperatur, Feuchtigkeit und Niederschläge, ist in neuerer Zeit etwas vernachlässigt worden; es ist freilich auch mühsam, aber immer noch oder wegen des besseren Beobachtungsmaterials gerade jetzt sehr lohnend, und das Zeichnen hat durch das Windrosenpapier seine Schwierigkeit ganz verloren.

Diese Zeitschrift erscheint zweimal im Monat. — Abonnementspreis für Deutschland und Oesterreich-Ungarn vierteljährlich 3.— M. (Ausland 4.— M.) franko durch den Verlag der Treptow-Sternwarte, Berlin-Treptow, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungsliste alphabetisch eingeordnet). Einzelne Nummer 60 Pfg. — Anzeigen-Gebühren: 1 Seite 80.— M., ½ Seite 45.—, ¼ Seite 25.—, ⅛ Seite 15.—, 1/16 Seite 8.—. Bei Wiederholungen Rabatt. — Beilagen nach Gewicht

Für die Schriftleitung verantwortlich: Dr. F. S. Archenhold, Berlin-Treptow; für den Inseratenteil: M. Wuttig, Berlin SW
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW

